

Estudio Previo de Terrenos

Itinerario Ciudad Real-Badajoz
Tramo: Herrera del Duque-Puebla de Don Rodrigo



**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 Ciudad Real-Badajoz
Tramo: Herrera del Duque-Puebla de Don Rodrigo



Ministerio de Fomento
Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transporte
Dirección General de Carreteras

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	4
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRAMO	7
2.1. CLIMATOLOGÍA	7
2.2. TOPOGRAFÍA	17
2.3. ESTRATIGRAFÍA	20
2.4. TECTÓNICA	23
2.5. GEOMORFOLOGÍA	25
2.6. SISMICIDAD	34
3. ESTUDIO DE ZONAS	36
3.1. DIVISIÓN DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO.....	36
3.2. ZONA 1: SIERRAS PALEOZOICAS Y VALLES ENTRE SIERRAS	39
3.2.1. Geomorfología	39
3.2.2. Tectónica.....	43
3.2.3. Columna estratigráfica	47
3.2.4. Grupos litológicos.....	47
3.2.5. Grupos geotécnicos.....	109
3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.....	114
3.3. ZONA 2: LLANURAS Y DEPRESIONES SOBRE MATERIALES PRECÁMBRICOS.....	117
3.3.1. Geomorfología	117
3.3.2. Tectónica.....	118
3.3.3. Columna estratigráfica	119
3.3.4. Grupos litológicos.....	120
3.3.5. Grupos geotécnicos.....	142
3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.....	145
4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO	147
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRÁFICOS	147
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS HIDROLÓGICOS	147
4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS LITOLÓGICOS Y ESTRUCTU- RALES	148

ÍNDICE (cont.)

	Pág.
4.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLÓGICOS	149
4.5. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS.....	150
4.6. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS	155
5. INFORMACIÓN SOBRE YACIMIENTOS.....	162
5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO.....	162
5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS.....	162
5.3. YACIMIENTOS GRANULARES.....	165
5.4. MATERIALES PARA PRÉSTAMOS.....	167
5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MÁS DETALLE	167
6. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	170
7. ANEJOS.....	171
7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS	172
7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS.....	175

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Estudio Previo de Terrenos es determinar los condicionantes geológicos y geotécnicos que de alguna manera pueden influir en una obra de tipo lineal como es una carretera.

Así, se analizan las características litológicas, estructurales y geomorfológicas más sobresalientes, y también otros factores condicionantes de índole geotécnica.

La estabilidad natural de las formaciones (deslizamientos, desprendimientos, etc.) y la posible utilización de las rocas en la construcción de las diversas capas de firmes de carretera, se estudian con particular interés.

El Tramo Herrera del Duque-Puebla de Don Rodrigo está ubicado en las provincias Badajoz y Ciudad Real (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
756	Herrera del Duque	1-2-3
757	Puebla de Don Rodrigo	1-2-3-4
781	Siruela	1-4
782	Valdemanco del Esteras	4

El Estudio consta de dos documentos: Memoria y Planos.

La Memoria está dividida en siete 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, estratigráficas, tectónicas, geomorfológicas y sísmicas.

En el tercero de los capítulos se realiza una división del Tramo en Zonas, según criterios geomorfológicos y tectónicos, y se definen los grupos litológicos y geotécnicos que las integran.

Un resumen de los problemas generales topográficos, hidrológicos, litológicos, geomorfológicos y geotécnicos, junto con la descripción de 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.

El capítulo sexto se dedica a la bibliografía consultada, y el último capítulo corresponde a los anejos.

En cuanto a los Planos, se incluyen dos mapas litológico-estructurales a escala 1:50.000, que representan la totalidad de la extensión del Tramo, y cuatro esquemas (geológico, geotécnico, de suelos y formaciones de pequeño espesor, y geomorfológico) a escala 1:200.000.

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

DIRECCION GENERAL 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 la empresa consultora UTE INECO-INGEMISA:

D. José Luis Antón Vicente
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

D. Julián Cuesta Romero
Ldo. en Ciencias Geológicas



FIGURA 1
ESQUEMA DE SITUACIÓN DEL TRAMO: HERRERA DEL DUQUE-PUEBLA DE DON RODRIGO

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRAMO

2.1. CLIMATOLOGÍA

Las características climáticas del Tramo se han deducido a partir de los datos aportados por una serie de estaciones meteorológicas, pertenecientes a la red del Instituto Nacional de Meteorología.

La elección de las estaciones se ha realizado atendiendo a tres criterios fundamentales: el primero de ellos es que las estaciones se distribuyan a lo largo de todo el Tramo, el segundo que cada estación contenga el mayor número de variables posibles registradas y el tercero que los años apuntados en cada estación abarquen, a ser posible, como mínimo períodos consecutivos de 30 años, que corresponde al período climático estándar fijado por la Organización Meteorológica Mundial.

Las estaciones consultadas han sido: Herrera del Duque (nº 4244), Tamurejo (nº 4316), Sancti Spiritus (nº 4318) y Puebla de Don Rodrigo (nº 4220 A). Los cuadros 1 a 4 muestran los datos resumen de las estaciones meteorológicas consultadas.

La precipitación anual del Tramo es superior a la media nacional, ya que oscila entre 536,7 mm en Sancti Spiritus hasta 675,9 mm en Herrera del Duque. En todas las estaciones las precipitaciones se distribuyen análogamente durante el año: hay un período de estiaje de Junio a Septiembre y un aumento progresivo de la pluviosidad hacia los meses iniciales y finales del año. Las precipitaciones tienen lugar en un promedio de 43 días de lluvia.

La nieve no es significativa en el Tramo. El número de días de nieve en las estaciones consultadas oscila entre 0 y 2.

Las temperaturas medias anuales oscilan entre 14,9 °C y 16,4 °C. Las temperaturas máximas medias están comprendidas entre 34,0 °C y 35,6 °C y corresponden a los meses de Agosto y Julio respectivamente; y las mínimas medias mensuales varían entre 1,7 °C y 4,0 °C para el mes de Enero.

La temperatura máxima extrema es de 41,3 °C y la mínima extrema de -5,1 °C.

La oscilación máxima extrema es de 45,1 °C y la mínima extrema de 14,4 °C.

Las tormentas se producen en un promedio de 5 días al año, y son más abundantes en el período más cálido, que abarca desde los meses de Mayo a Septiembre y en las proximidades de Herrera del Duque y Tamurejo.

Las precipitaciones en forma de granizo están presentes durante 0,75 días al año y se distribuyen también en las proximidades de Herrera del Duque y Tamurejo.

Las nieblas aparecen en un promedio anual de 9,8 días y se forman fundamentalmente durante los meses de Octubre a Abril, aunque también están presentes en el resto del año de forma minoritaria.

La pluviometría y las temperaturas observadas en las estaciones meteorológicas reflejan que el clima del Tramo Herrera del Duque-Puebla de Don Rodrigo es de tipo continental. Es decir, veranos muy calurosos e inviernos muy fríos, con una pluviometría escasa y distribuida en los periodos primaveral e invernal.

En las figuras 2 a 5 se muestran los gráficos de precipitación y temperatura de las estaciones consultadas.

ESTACION DE HERRERA DEL DUQUE. 1967 - 1996

MES	PRECIPITACION (l/m2)				Nº DE DIAS DE ...									TEMPERATURAS (°C)					
	TOTAL	MAXIMA EN 24 H	MAXIMA	MINIMA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE EN SUELO	EXTREMAS		OSCILACIONES		VALORES MEDIOS		
													MAXIMA	MINIMA	EXTREMA	MEDIA	MAXIMA	MINIMA	MEDIA
Enero	89,0	24,8	309,6	0,0	6,6	0,1	0,0	0,0	1,8	0,0	3,0	0,1	15,8	-2,2	18,0	9,2	11,4	2,2	6,8
Febrero	92,6	25,2	253,9	3,3	6,3	0,2	0,1	0,1	0,9	0,0	1,2	0,1	19,3	-1,0	20,4	10,1	13,5	3,5	8,5
Marzo	53,4	18,1	195,5	0,4	4,5	0,1	0,2	0,3	0,3	0,0	0,1	0,0	24,6	0,9	23,7	12,1	17,6	5,5	11,6
Abril	64,1	19,3	184,3	0,6	6,2	0,1	0,4	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	27,6	2,6	24,9	12,3	19,7	7,4	13,5
Mayo	55,3	21,0	154,8	11,6	5,9	0,0	0,2	1,0	0,2	0,0	0,0	0,0	31,6	5,8	25,8	13,1	24,0	10,9	17,4
Junio	32,1	14,4	137,2	0,0	3,6	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	37,9	10,6	27,3	14,8	30,5	15,7	23,1
Julio	9,1	6,2	64,2	0,0	1,2	0,0	0,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	41,3	13,9	27,4	16,6	35,6	19,0	27,3
Agosto	9,9	8,5	67,5	0,0	1,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	41,0	14,5	26,5	16,2	35,0	18,7	26,8
Septiembre	26,4	15,0	92,4	0,0	2,6	0,0	0,1	0,9	0,1	0,0	0,0	0,0	37,1	10,7	26,4	14,5	30,1	15,7	22,9
Octubre	61,4	19,4	232,0	0,0	5,9	0,0	0,0	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	30,1	5,4	24,7	11,6	22,4	10,7	16,5
Noviembre	84,2	27,6	218,3	0,4	6,0	0,0	0,0	0,2	1,2	0,0	0,3	0,0	22,5	0,9	21,6	10,2	16,4	6,2	11,3
Diciembre	98,4	27,4	267,1	0,0	5,3	0,2	0,0	0,1	2,1	0,0	1,7	0,0	16,6	-1,5	18,1	8,9	12,3	3,5	7,9
ANUAL	675,9	27,6	-	-	55	1	1	7	7	0	6	0	41,3	-2,2	43,5	12,5	22,4	9,9	16,1

CUADRO 1.
DATOS DE PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS DEL AÑO MEDIO EN EL PERIODO 1967 - 1996
CORRESPONDIENTE A LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE HERRERA DEL DUQUE.

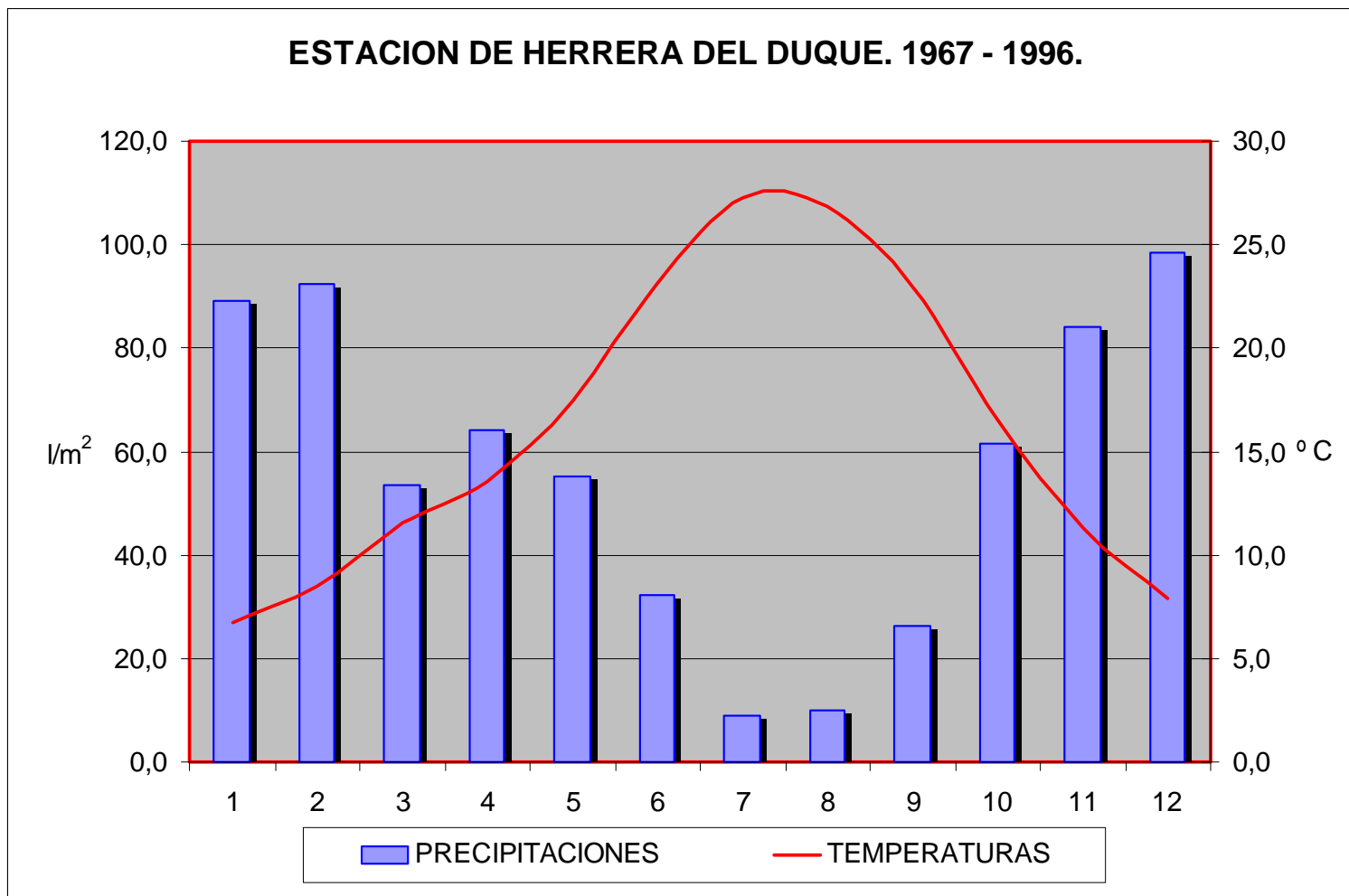


FIGURA 2.- GRÁFICO DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA

ESTACIÓN DE TAMUREJO 1967-1996

MES	PRECIPITACION (l/m2)				Nº DE DIAS DE ...									TEMPERATURAS (°C)					
	TOTAL	MAXIMA EN 24 H	MAXIMA	MINIMA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE EN SUELO	EXTREMAS		OSCILACIONES		VALORES MEDIOS		
													MAXIMA	MINIMA	EXTREMA	MEDIA	MAXIMA	MINIMA	MEDIA
Enero	80,9	26,1	253,4	0,0	5,9	0,1	0,3	0,3	3,6	1,6	5,2	0,0	15,3	-1,2	16,5	7,6	11,2	3,6	7,4
Febrero	77,4	22,1	234,3	1,3	6,0	0,3	0,4	0,2	2,6	4,0	3,7	0,2	18,8	-0,6	19,4	8,1	12,8	4,6	8,7
Marzo	51,3	18,4	199,7	0,5	4,9	0,2	0,3	0,6	1,5	5,0	1,7	0,1	23,7	1,7	22,0	10,5	17,1	6,6	11,9
Abril	60,8	18,1	171,5	4,0	5,2	0,1	0,6	1,2	1,6	5,1	0,5	0,0	25,7	3,2	22,5	10,5	18,8	8,3	13,5
Mayo	53,1	19,6	192,1	6,0	5,7	0,0	0,3	1,7	1,0	4,4	0,1	0,0	30,7	6,2	24,5	12,1	23,6	11,6	17,6
Junio	38,6	17,1	155,2	0,0	3,3	0,0	0,2	1,7	0,9	1,2	0,0	0,0	36,7	10,3	26,4	13,1	29,5	16,4	23,0
Julio	8,6	5,8	67,6	0,0	0,9	0,0	0,0	0,7	0,1	0,1	0,0	0,0	40,6	14,1	26,5	15,0	34,6	19,6	27,1
Agosto	8,3	6,8	56,5	0,0	0,8	0,0	0,0	0,7	0,1	0,1	0,0	0,0	40,2	14,1	26,1	14,9	34,1	19,2	26,6
Septiembre	29,1	16,4	161,5	0,0	2,1	0,0	0,0	0,8	0,3	0,4	0,0	0,0	35,8	11,2	24,6	12,8	29,5	16,8	23,2
Octubre	59,7	21,8	198,3	0,0	5,9	0,0	0,1	0,7	1,0	3,5	0,2	0,0	29,4	6,7	22,7	10,1	22,0	11,9	16,9
Noviembre	77,5	26,2	208,3	0,0	6,2	0,0	0,0	0,3	3,1	5,0	2,1	0,0	22,4	2,3	20,1	8,4	16,0	7,6	11,8
Diciembre	84,9	24,7	247,0	0,4	5,2	0,2	0,2	0,0	4,1	1,9	3,4	0,0	17,1	-0,5	17,6	7,3	12,4	5,0	8,7
ANUAL	630,2	26,2	-	-	52	1	2	9	20	32	17	0	40,6	-1,2	41,8	10,9	21,8	10,9	16,4

CUADRO 2.
DATOS DE PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS DEL AÑO MEDIO EN EL PERIODO 1967 - 1996
CORRESPONDIENTE A LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE TAMUREJO.

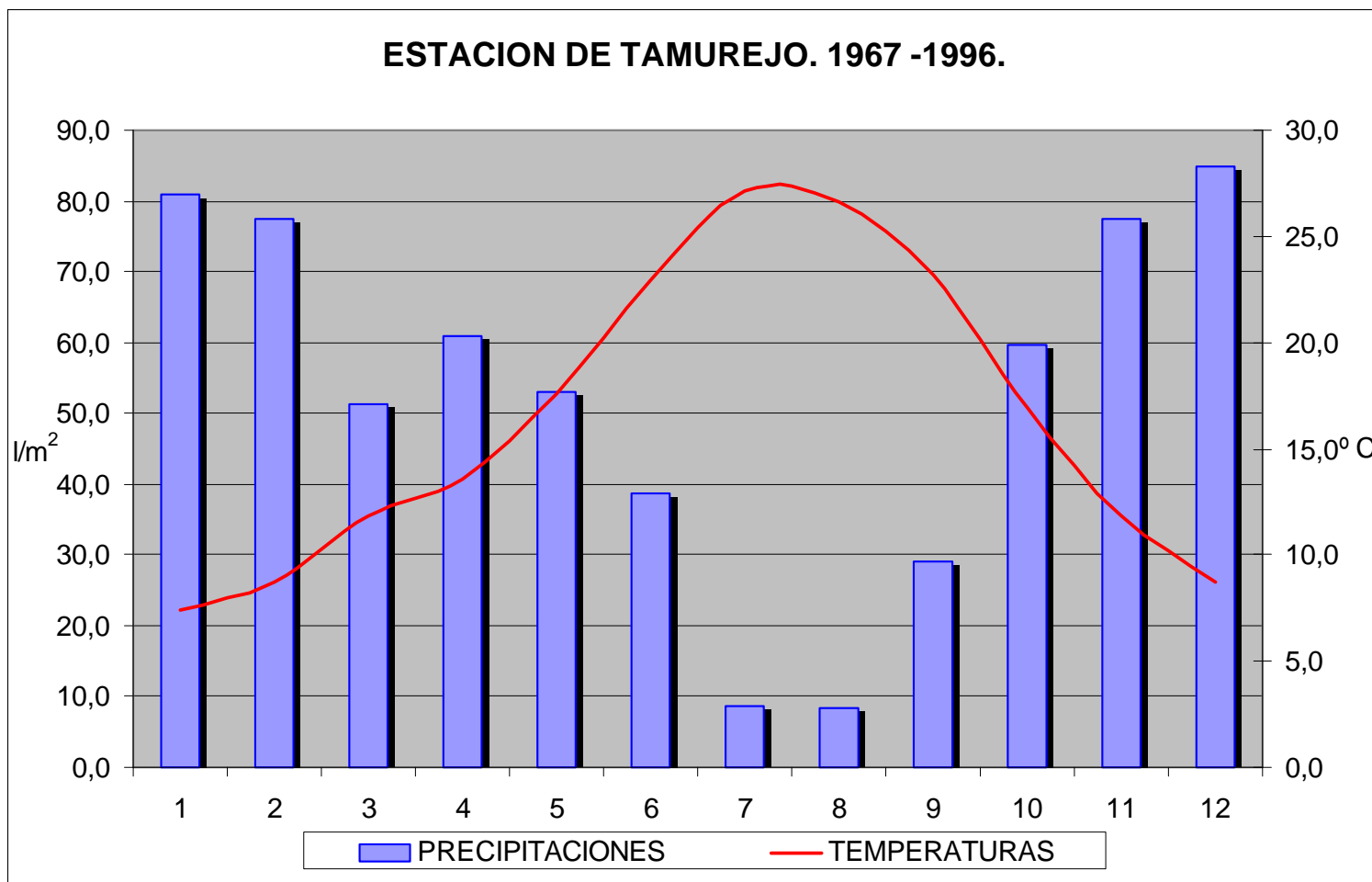


FIGURA 3.- GRÁFICO DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA

ESTACIÓN DE SANCTI SPIRITUS 1968-1983

MES	PRECIPITACION (l/m2)				Nº DE DIAS DE ...									TEMPERATURAS (°C)					
	TOTAL	MAXIMA EN 24 H	MAXIMA	MINIMA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMEN- TA	NIEBLA	ROCIO	ESCAR- CHA	NIEVE EN SUELO	EXTREMAS		OSCILACIONES		VALORES		
													MAXIMA	MINIMA	EXTREMA	MEDIA	MAXIMA	MINIMA	MEDIA
Enero	58,2	16,1	188,0	0,0	4,3	0,1	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	15,2	0,8	14,4	6,7	10,7	4,0	7,3
Febrero	71,6	19,5	189,0	0,0	4,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	16,6	1,7	14,9	6,9	11,6	4,7	8,2
Marzo	48,5	17,8	132,0	16,0	4,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	22,3	2,3	20,1	9,3	15,4	6,1	10,7
Abril	56,9	14,7	192,0	7,5	3,5	0,0	0,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	26,3	3,7	22,6	10,6	18,8	8,2	13,5
Mayo	41,4	14,2	99,5	6,0	3,8	0,0	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	31,0	6,0	25,0	11,9	23,0	11,2	17,1
Junio	40,5	18,6	133,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	36,0	10,8	25,2	13,0	29,0	16,0	22,5
Julio	6,8	4,6	32,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	38,5	15,1	23,4	13,9	33,5	19,6	26,6
Agosto	9,0	8,3	54,0	0,0	0,4	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	38,8	14,6	24,2	14,2	34,0	19,8	26,9
Septiembre	32,3	18,7	156,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	34,7	11,8	22,8	11,8	28,9	17,1	23,0
Octubre	49,1	14,5	271,0	0,5	2,8	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	28,2	8,5	19,7	8,9	21,6	12,7	17,2
Noviembre	53,9	19,3	151,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	22,3	3,6	18,7	8,0	16,0	8,0	12,0
Diciembre	68,5	21,7	179,0	0,0	2,8	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	16,5	1,3	15,1	6,1	10,9	4,9	7,9
ANUAL	536,7	21,7	-	-	32	0	0	2	1	0	0	0	38,8	0,8	38,0	10,1	21,1	11,0	16,1

CUADRO 3.
DATOS DE PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS DEL AÑO MEDIO EN EL PERIODO 1968 – 1983
CORRESPONDIENTE A LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANCTI SPIRITUS.

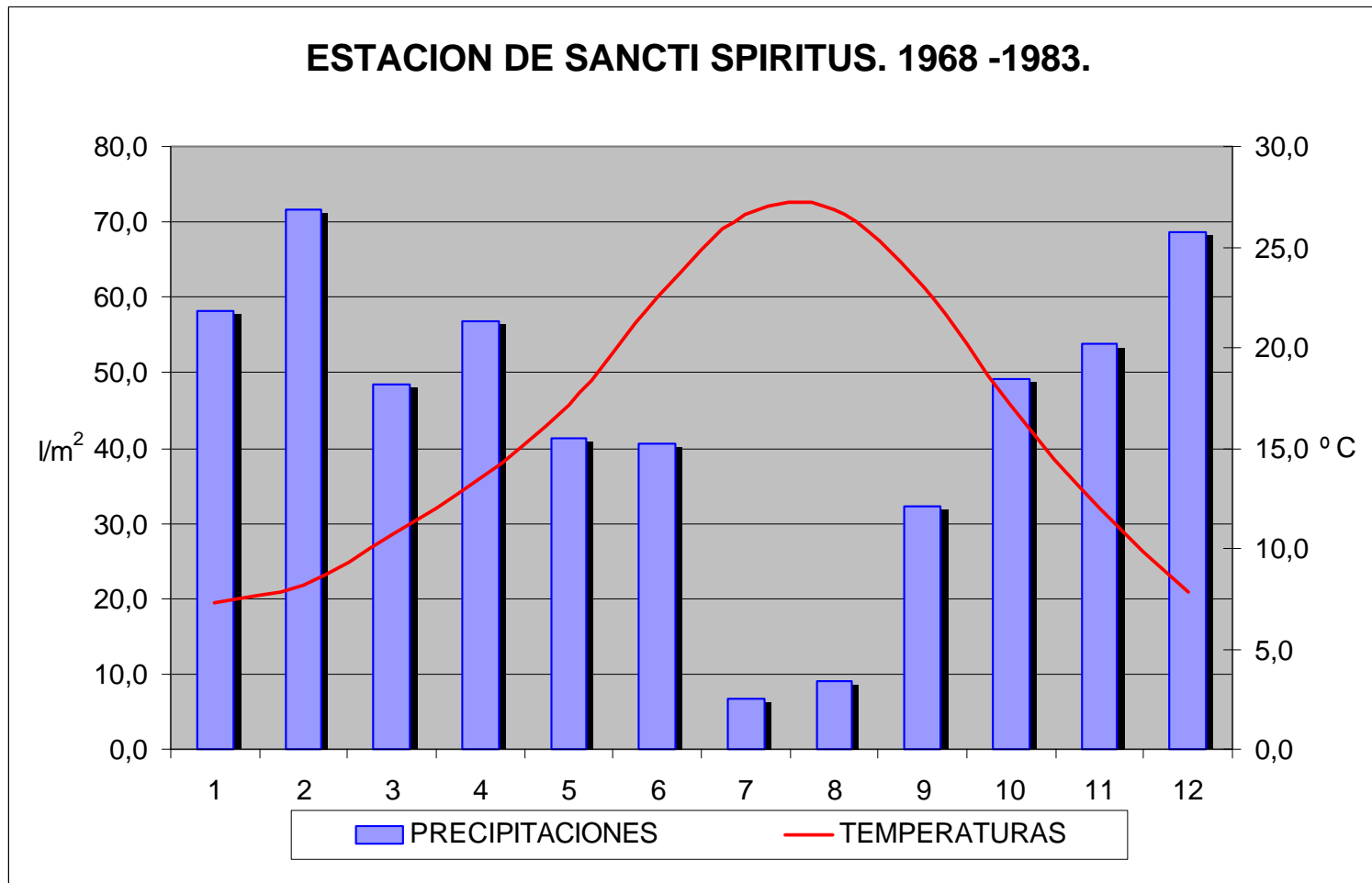


FIGURA 4.- GRÁFICO DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA

ESTACIÓN DE PUEBLA DE DON RODRIGO 1976-1996

MES	PRECIPITACION (l/m2)				Nº DE DIAS DE ...									TEMPERATURAS (°C)					
	TOTAL	MAXIMA EN 24 H	MAXIMA	MINIMA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE EN SUELO	EXTREMAS		OSCILACIONES		VALORES		
													MAXIMA	MINIMA	EXTREMA	MEDIA	MAXIMA	MINIMA	MEDIA
Enero	65,7	20,9	247,0	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	3,0	0,0	14,7	-4,8	19,5	9,2	10,9	1,7	6,3
Febrero	62,6	20,2	177,5	1,0	3,7	0,1	0,0	0,0	2,0	0,0	3,1	0,0	20,4	-5,1	25,6	11,1	12,8	1,7	7,3
Marzo	31,3	12,7	107,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	1,8	0,0	25,0	-2,0	27,0	13,9	17,5	3,6	10,6
Abril	68,6	19,9	112,0	7,0	4,2	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	1,1	0,0	25,6	-0,1	25,7	13,2	18,7	5,5	12,1
Mayo	43,9	18,5	109,0	2,0	3,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	31,6	3,4	28,1	14,6	24,0	9,4	16,7
Junio	23,2	11,8	99,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,8	0,1	0,0	0,0	0,0	36,3	8,4	27,9	15,6	29,4	13,8	21,6
Julio	11,1	8,0	72,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	11,5	28,5	17,2	34,2	17,0	25,6
Agosto	8,7	7,5	52,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	39,6	12,1	27,5	16,9	33,6	16,7	25,1
Septiembre	24,6	14,7	81,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	35,9	7,4	28,4	15,8	29,0	13,2	21,1
Octubre	56,8	20,0	179,4	0,0	4,7	0,0	0,0	0,1	0,7	0,0	0,0	0,0	28,6	3,1	25,5	12,2	21,4	9,2	15,3
Noviembre	75,1	24,5	197,0	2,0	4,0	0,0	0,0	0,1	2,8	0,0	1,3	0,0	23,0	-2,0	25,0	10,0	15,7	5,7	10,7
Diciembre	86,5	24,8	291,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	1,7	0,0	16,4	-3,4	19,8	7,9	11,0	3,0	7,0
ANUAL	558,4	24,8	-	-	34	0	0	3	11	0	12	0	40,0	-5,1	45,1	13,1	21,5	8,4	14,9

CUADRO 4.
DATOS DE PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS DEL AÑO MEDIO EN EL PERIODO 1976 - 1996
CORRESPONDIENTE A LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE PUEBLA DE DON RODRIGO.

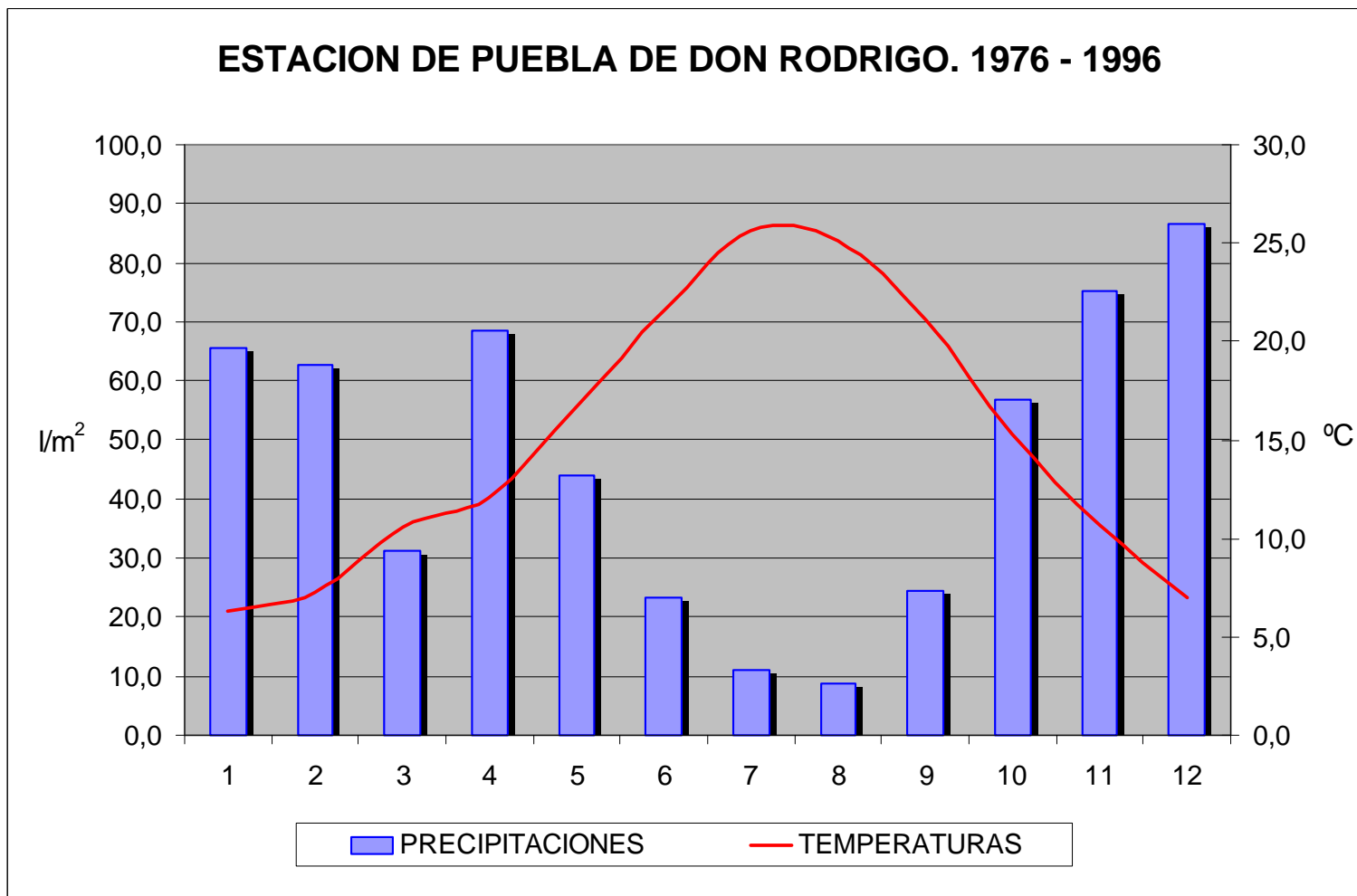


FIGURA 5.- GRÁFICO DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA

2.2. TOPOGRAFÍA

Geográficamente, el Tramo estudiado se sitúa a caballo entre la parte occidental de la provincia de Ciudad Real y el límite NE de la provincia de Badajoz. Comprende parte de los términos municipales de Puebla de Don Rodrigo, Agudo, Saceruela, Valdemanco del Esteras y Arroba de los Montes (correspondientes a la provincia de Ciudad Real) y de Fuenlabrada de los Montes, Villarta de los Montes, Garbayuela, Siruela, Tamurejo, Baterno y Sancti-Spiritus (pertenecientes a la provincia de Badajoz).

El Tramo estudiado se sitúa en un área montañosa de la cuenca del río Guadiana, nexo orográfico de unión entre los Montes de Toledo, al Norte, y las estribaciones de Sierra Morena, al Sur.

El relieve actual se caracteriza por ser de tipo apalachiano, con áreas sinclinales colgadas, resultado de la actuación de varios ciclos de erosión sucesivos. Se distinguen, pues, varias superficies de erosión en las que se ha encajado la red hidrográfica actual, y sobre ellas destacan especialmente los relieves de la Cuarcita Armoricana, que da las mayores cotas (FOTO 1).



Foto nº 1. Los relieves alomados de la Sierra de Saceruela separan el amplio valle del río Guadiana, labrado sobre las pizarras del núcleo del Sinclinal de Puebla de Don Rodrigo (grupo litológico 122a), del Vallejo del Caballo, pedimento recubierto por los depósitos de raña.

Desde el punto de vista topográfico, en el Tramo se muestra un claro contraste entre las alineaciones serranas constituidas por la Cuarcita Armoricana, y las llanuras implantadas sobre los relieves precámbricos (Llanuras de La Serena y Fuenlabrada).

Los bancos correspondientes a la Cuarcita Armoricana generan todos los relieves en las sierras de la zona; que corresponde a un relieve moderado y generalizadamente montañoso, con varias sierras cuarcíticas de orientaciones ONO-ESE y también NE-SO de 800-870 m de altitud promedio, que desciende suavemente hacia el valle del Guadiana. Las pendientes son acusadas, de entre 25 y 35% en las vertientes, y perfil cóncavo.

Entre las numerosas sierras que integran el área de estudio, cabe citar la Sierra de Enmedio, Sierra de Higuera, Sierra de los Pedernales, Sierra de Saceruela, Sierra Gorda, Sierra de Dos Hermanas, Sierra de Castillejo, Sierra del Bonal, Sierra de los Castrejos, Sierra de Santana, Sierra de los Villares, Sierra de Mirabueno, Sierra de Siruela, Sierra de Agudo y Pescadera, como las más importantes.

Entre las sierras cuarcíticas, la característica fisiográfica más destacable la constituye la presencia de zonas planas, a veces extensas, denominadas "rañas", que forman superficies elevadas disectadas por una red fluvial muy encajada, con vertientes pronunciadas. La superficie de la Raña se encuentra a cotas variables entre los 660 y los 550 m, dependiendo de los lugares.

Hacia el Oeste, el tipo de paisaje predominante es de escaso relieve, débilmente alomado, desarrollado sobre los materiales precámbricos. Morfológicamente, las unidades precámbricas originan áreas deprimidas, a veces parcial a totalmente recubiertas por la Raña, y circundadas por las sierras cuarcíticas. Se sitúan entre las cotas de 530-420 m en la Llanura de La Serena y 520-480 m en la de Fuenlabrada, descendiendo suavemente hacia el Guadiana.

Las cotas máximas del Tramo se sitúan en las sierras cuarcíticas, estando las mayores alturas en la Sierra de Siruela, donde destaca como cota más alta los 940 m del Cerro de Motilla; y las mínimas en la zona de las llanuras o depresiones precámbricas, concretamente en el cauce del río Guadalemar en la Llanura de La Serena (320 m).

La red fluvial se encuentra bien desarrollada, y se organiza en torno a dos cursos principales: el Guadiana, y el río Siruela-Agudo, afluente suyo por medio del Zújar.

La incisión de estos ríos y sus afluentes ha sido muy importante, existiendo diferencias de cotas entre los cauces y los vértices más elevados de hasta 620 m.

Los principales valles entre sierras corresponden a los ríos Guadiana (FOTO 2), Agudo, arroyo de las Quejigas y arroyo de Las Aceas.



Foto nº 2. Meandro del río Guadiana en las inmediaciones de Puebla de Don Rodrigo, excavado sobre la formación pizarrosa que constituye el grupo litológico 122a. Al fondo se observan las plataformas de las rañas que se extienden al pie de los relieves cuarcíticos.

En las llanuras precámbricas los principales valles corresponden a los ríos Guadalemar, Siruela-Agudo, Pelochejo y Esteras. En estos, debido a la suave pendiente, los cursos fluviales han modelado numerosos meandros que, al bajar el nivel de base, se han ido encajando progresivamente en la llanura alomada.

2.3. ESTRATIGRAFÍA

En el área ocupada por el Tramo estudiado afloran materiales pertenecientes al Precámbrico, Paleozoico, Terciario y Cuaternario (Figura 6).

Desde el punto de vista estratigráfico se diferencian claramente dos áreas, una situada al Este y formada por materiales paleozoicos; y otra, al Oeste, caracterizada por la mayor presencia del Precámbrico.

COLUMNA	GRUPO LITOLÓG.	GRUPO GEOTEC.	DESCRIPCIÓN	EDAD
	A	G1	ALUVIONES ACTUALES Y LLANURA ALUVIAL	CUATERNARIO
	AC	G1	ALUVIAL-COLUVIAL (FONDOS DE VALLE)	CUATERNARIO
	T	G1	TERRAZAS FLUVIALES	CUATERNARIO
	E	G1	ZONAS ENDORREICAS	CUATERNARIO
	P	G4	PEDRERAS	CUATERNARIO
	C	G3	COLUVIALES	PLIO-CUATERNARIO
	D	G2	CONOS DE DEYECCION	PLIO-CUATERNARIO
	G	G2	GLACIS	PLIO-CUATERNARIO
	350	G2	RAÑAS	PLIO-CUATERNARIO
	322	G5	CONGLOMERADOS, FANGOS EDAFIZADOS Y ARENAS	TERCIARIO (PLIOCENO)
	143b	G9	PIZARRAS, ARENISCAS Y CUARCITAS	DEVONICO SUP.
	143a	G9	PIZARRAS, CUARCITAS Y ARENISCAS	DEVONICO SUP.
	141e	G9	PIZARRAS, ARENISCAS Y CALIZAS	DEVONICO INF.
	141c	G6	CALIZAS	DEVONICO INF.
	141d	G8	CUARCITAS	DEVONICO INF.
	141b	G9	PIZARRAS, ARENISCAS Y CALIZAS	DEVONICO INF.
	141a	G8	CUARCITAS Y ARENISCAS	DEVONICO INF.
	100	G9	PIZARRAS, ARENISCAS Y CUARCITAS	SILURICO SUP.- -DEVONICO INF.
	130	G9	PIZARRAS AMPELITICAS	SILURICO
	131	G8	CUARCITAS	SILURICO INF.
	123b	G7	GRAUVACAS Y PELITAS	SILURICO INF.
	123a	G9	PIZARRAS	ORDOVICICO SUP.
	100	G9	PIZARRAS, ARENISCAS Y CUARCITAS	SILURICO SUP.- -DEVONICO INF.
	130	G9	PIZARRAS AMPELITICAS	SILURICO
	131	G8	CUARCITAS	SILURICO INF.
	123b	G7	GRAUVACAS Y PELITAS	SILURICO INF.
	123a	G9	PIZARRAS	ORDOVICICO SUP.
	120b	G8	CUARCITAS, ARENISCAS Y PIZARRAS	ORDOVICICO MED-SUP.
	122d	G9	PIZARRAS, ARENISCAS MICACEAS Y CUARCITAS	ORDOVICICO MED.
	122c	G7	ARENISCAS MICACEAS, CUARCITAS Y PIZARRAS	ORDOVICICO MED.
	122b	G9	TUFITAS	ORDOVICICO MED.
	122a	G9	PIZARRAS	ORDOVICICO MED.
	120a	G7	ARENISCAS MICACEAS, CUARCITAS Y PIZARRAS	ORDOVICICO INF-MED.
	121b	G8	CUARCITAS (FACIES ARMORICANA)	ORDOVICICO INF.
	121a	G7	CUARCITAS, ARENISCAS, LIMOLITAS, PIZARRAS Y CONGLOMERADOS	ORDOVICICO INF.
	121a1	G8	CUARCITAS Y CONGLOMERADOS	ORDOVICICO INF.
	010d	G11	DOLOMIAS	PRECAMBRICO
	010c	G11	CONGLOMERADOS	PRECAMBRICO
	010b	G10	LIMOLITAS Y PELITAS CON ARENISCAS	PRECAMBRICO
	010a	G10	PIZARRAS Y GRAUVACAS	PRECAMBRICO
	002	G11	FILONES DE CUARZO	
	001	G12	DIABASAS	

FIGURA 2. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERAL DEL TRAMO DE ESTUDIO

En el Precámbrico Superior pueden distinguirse dos unidades litoestratigráficas separadas por una discordancia, que afloran en diversas estructuras anticlinales; de las cuales las más extensas son el Anticlinorio de Agudo-Valdemanco y el Anticlinal de Ibor-Guadalupe. La unidad inferior está formada fundamentalmente por grauvacas y pelitas, en facies turbidíticas, que pasan lateralmente a facies desorganizadas. La unidad superior incluye una formación basal conglomerático-areniscosa, a la que siguen areniscas y pelitas.

El Paleozoico se dispone discordantemente sobre cualquiera de ambas unidades precámbricas, dependiendo de los lugares, y comienza con depósitos del Ordovícico Inferior; falta por tanto el Cámbrico, lo cual es un rasgo característico de esta zona del Macizo Ibérico. Una discontinuidad estratigráfica de menor amplitud que la anterior y no tan extensa regionalmente se localiza en el Ordovícico superior.

Por lo demás, y salvo las discordancias y lagunas estratigráficas citadas, las diversas unidades litoestratigráficas muestran sucesión continua hasta el Devónico Superior. En el Sinclinal de Herrera del Duque se conserva la sucesión paleozoica más completa.

El Ordovícico está representado hasta el Caradoc, y comienza con una serie alternante de hasta 300 m de areniscas, cuarcitas y pizarras (Tremadoc-Arenig), frecuentemente con conglomerados basales, a los que sigue la Cuarcita Armoricana (Arenig), de unos 300 m de potencia; encima hay alternancias de 80 a 200 m de areniscas, cuarcitas y pizarras (Arenig-Llanvirn) y después una potente serie pizarrosa, de hasta 500 m de potencia (Llanvirn-Llandeilo), con intercalaciones de tufitas y de alternancias arenisco-pizarrosas. A esta serie pizarrosa suceden alternancias de areniscas micáceas, cuarcitas y pizarras (Llandeilo), de unos 120 m de potencia, que culminan con una barra cuarcítica de 60 a 80 m (Llandeilo Sup.-Caradoc Inf.), a la que sigue una nueva formación pizarrosa (Caradoc) de hasta 120 m de espesor.

Salvo algunas intercalaciones volcanosedimentarias discontinuas en el Ordovícico Medio, las formaciones ígneas están ausentes en el ámbito de la zona estudiada.

Las formaciones de edades comprendidas entre el Ordovícico terminal y el Devónico Superior sólo se hallan presentes en el Sinclinal de Herrera del Duque. Se trata de pizarras y cuarcitas dominantes con algún tramo carbonatado.

Todos los materiales citados integran el zócalo hercínico en el Tramo. Sobre ellos, discordantemente, se disponen diversas formaciones terciarias de escasa potencia, ligadas a los diversos ciclos erosivos a que ha sido sometido ese zócalo. El Terciario está representado por sedimentos continentales generados mediante un dispositivo de relleno de abanicos aluviales.

Sobre el zócalo hercínico y bajo los sedimentos de la Raña, se encuentran, de forma discontinua, materiales detríticos atribuibles al Plioceno Inferior, de escasa potencia, que suelen aparecer muy recubiertos por derrubios procedentes de la Raña suprayacente. En la base hay un conglomerado brechoide con matriz ferruginosa que da lugar a encostramientos y corazas ferruginosas. Su potencia es escasa, del orden de los 4 m, y su edad se sitúa entre el Oligoceno Superior y el Mioceno Inferior. sobre estos materiales y lateralmente a ellos existe un depósito de 60 m de potencia máxima, constituido por conglomerados y areniscas de cemento ferruginoso y fangos edafizados con cantos dispersos.

Atribuibles al Plioceno Superior y Pleistoceno Inferior está la típica formación denominada "Raña", y otras formaciones litológicamente similares, y morfológicamente asociadas. Tapizan algunos de los piedemontes existentes en la base de los relieves importantes. Su espesor no supera los 10 m, y están ligadas a una superficie de erosión tallada sobre la práctica totalidad de formaciones del zócalo hercínico, salvo la Cuarcita Armoricana.

Los depósitos más recientes son cuaternarios, resultado de la disección fluvial y la evolución de pendientes consiguiente. Tienen escasa representación, a excepción de los materiales de origen coluvial que tapizan las vertientes de las alineaciones cuarcíticas.

2.4. TECTÓNICA

El Tramo de estudio está situado en la rama meridional de la Zona Centroibérica de JULI-VERT (1972); o según la zonación clásica de LOTZE (1956), pertenece a la zona Lusoccidental-Alcudiense.

Los materiales más antiguos que constituyen esta región son de edad precámbrica. Sobre ellos se dispone discordantemente el Ordovícico. El resto de la sucesión paleozoica, que alcanza hasta el Devónico, ha quedado conservada en algunas estructuras sinclinales.

La estructura principal es de edad hercínica, aunque durante el Precámbrico Superior y el Cámbrico tuvieron lugar etapas de diastrofismo que se manifiestan actualmente como discordancias en el registro estratigráfico.

La estructura regional consiste en pliegues de dirección NO-SE a E-O con recorridos kilométricos afectados en mayor o menor grado por deformaciones tardías. Hacia el sector oriental de la región el cuadro estructural varía, dominando un diseño de interferencia de domos y cubetas. Varios sistemas de fracturas, la mayor parte de origen tardihercínico, completan el marco estructural. Los materiales precámbricos y paleozoicos no han experimentado metamorfismo regional, manteniéndose en ambiente de anquizona.

Desde el punto de vista de la fracturación, los niveles cuarcíticos han tenido un comportamiento más frágil, y son los que actualmente muestran mejor los resultados de las diferentes etapas de fracturación. Los niveles pizarrosos, por su mayor ductilidad, con frecuencia observan la deformación de manera continua, amortiguando las fallas.

La estructura actual es el resultado de la superposición de varias fases de deformación que tuvieron lugar entre el Precámbrico y el Carbonífero.

Deformaciones prehercínicas

Los materiales precámbricos tienen una estructura caracterizada por orientaciones y estilos propios, y diferentes de los que muestran los materiales paleozoicos. Existe una fase de deformación intraprecámbrica, responsable en gran parte de la disposición que presentan actualmente los materiales precámbricos.

Movimientos sárdicos

Son los responsables de la marcada discordancia que separa los materiales ordovícicos de su sustrato. No obstante, el paralelismo detectado entre los materiales del precámbrico situados por encima de la discordancia intraprecámbrica y los ordovícicos, confieren a la discordancia Sárdica que los separa, un carácter eminentemente erosivo, asociado a un proceso de transgresión y sin deformaciones importantes. Consecuencia de ello es el hecho de que la base del Paleozoico se apoye indistintamente sobre los diferentes materiales de las series precámbricas, pudiendo darse una discordancia angular cuando el apoyo se realiza en los materiales situados por debajo de la discordancia intraprecámbrica.

Deformaciones hercínicas

La deformación hercínica es la principal responsable de la estructura del Tramo. Afecta por primera vez a los materiales paleozoicos y se superpone a las estructuras prehercínicas.

La primera fase hercínica es la más importante, y da lugar a las principales estructuras cartografiadas. Es una fase compresiva que origina pliegues, esquistosidad, cabalgamientos y fallas.

Los pliegues regionales tienen ejes de dirección NO-SE a E-O, con ejes subhorizontales. Los planos axiales varían entre subverticales a claramente vergentes hacia el SO. En los materiales paleozoicos constituidos por cuarcitas o alternancias, los pliegues generalmente son abiertos, angulosos, con flancos rectos y charnelas agudas. Los ángulos entre flancos varían entre 40° y 80°. En los materiales precámbricos y en los niveles pizarrosos, los pliegues son muy apretados, llegando a ser isoclinales.

La esquistosidad se desarrolla cuando la composición litológica lo permite. Suele aparecer en los materiales precámbricos, en las alternancias y en los niveles pizarrosos del Ordovícico. Es una esquistosidad de plano axial, con orientación primaria NO-SE a E-O y buzamiento de

30° a 90° hacia el NE. También puede aparecer reorientada por la segunda fase. En los niveles pizarrosos es una pizarrosidad que puede obliterar la estratificación.

Otras estructuras atribuibles a la primera fase son las fallas inversas y cabalgamientos que se desarrollan en los flancos cortos de los pliegues; así como algunas fallas paralelas a los ejes de los pliegues.

La segunda fase de deformación hercínica tiene menos importancia que la anterior y se caracteriza por las modificaciones que induce en las estructuras de primera fase. Origina macropliegues de rumbo NE-SO, cruzados con respecto a los anteriores, circunstancia que dará lugar a la formación de domos y cubetas.

La fracturación tardihercínica afecta a todas las estructuras de plegamiento anteriores. Se caracteriza por generar dos familias principales de desgarres, NO-SE dextrales y NE-SO senestrales, y posiblemente la reactivación de las fracturas anteriores.

Deformaciones alpinas y postalpinas

Las deformaciones que pueden observarse en los materiales pliocenos, así como la actividad volcánica desarrollada esencialmente durante el mismo período, en áreas cercanas al Tramo estudiado, delatan un contexto tectónico distensivo controlado por fallas del zócalo hercínico.

2.5. GEOMORFOLOGÍA

El Tramo estudiado se sitúa en un área montañosa de la cuenca del río Guadiana, nexo orográfico de unión entre los Montes de Toledo, al Norte, y las estribaciones de Sierra Morena, al Sur.

En el Tramo existe un claro contraste topográfico entre las alineaciones serranas constituidas por la Cuarcita Armoricana y las llanuras implantadas sobre los relieves precámbricos (Llanuras de La Serena y Fuenlabrada). Se caracteriza por un relieve apalachiano con áreas sinclinales colgadas.

La mayor parte de los autores coincide en considerar que a finales del Paleógeno, la región debía presentar un modelado de penillanura, labrada durante el Cretácico terminal o Paleógeno. Los restos actuales de esta superficie están representados por el enrasamiento o alineación de cumbres de las sierras de Cuarcita Armoricana.

La degradación en época alpina de esta penillanura, genera el relieve apalachiano característico, en el que la alteración que afecta al substrato paleozoico jugó un papel fundamental. Así, durante el Paleógeno y Mioceno Inferior, la región se vio sometida a intensos procesos de alteración química en condiciones de tipo tropical estacional, formándose los relieves residuales o *inselbergs*, en las cuarcitas del Ordovícico Inferior, a cuyos pies se acumularon lo-

calmente corazas ferralíticas. La alteración de los materiales pizarrosos precámbricos y paleozoicos alcanzó varias decenas de metros de profundidad, dando lugar a materiales fácilmente erosionables, que fueron dismantelados durante el Mioceno y sobre todo el Plioceno Inferior, produciéndose el relleno de las principales cuencas endorreicas y de pequeñas cuencas intramontañas.

Con anterioridad al depósito de las Rañas se produce una nueva etapa de alteración química que se traduce en una intensa meteorización del sustrato, que en muchas zonas se suma a las alteraciones precedentes. Los abanicos aluviales que conforman las Rañas se depositan sobre dicha superficie alterada, colmatando las depresiones existentes entre los relieves. Este proceso da lugar a formas extensas de glacia de pie de monte.

La incisión cuaternaria, en particular la del río Guadiana y afluentes, disecta la superficie de la Raña de manera que el paisaje que puede observarse por encima del nivel de estas plataformas en muchas zonas presenta una geomorfología heredada de etapas anteriores, con retoques mínimos (pedreras): es el paisaje del Pliocuatnario. Por debajo del nivel de rañas, el paisaje es enteramente cuaternario con predominio de los procesos denudativos (FOTO 3).



Foto nº 3. Valle del Arroyo de Doña Juana. Se observa el encajamiento de la red fluvial sobre las plataformas de las rañas, que recubren a las pizarras del grupo litológico 122a aflorante en el núcleo del Sinclinal de Puebla de Don Rodrigo. Por encima destacan las cumbres de las sierras cuarcíticas.

El encajamiento de la red fluvial cuaternaria va a dar lugar a toda una jerarquización, con multitud de niveles de glaciares de acumulación y erosión, importantes abanicos aluviales y plataformas de terraza que se interfieren y enlazan, pasando de unas superficies a otras. Sumándose a esta morfología pliocuaternaria existe un importantísimo recubrimiento coluvial en las vertientes.

En la actualidad, los procesos geomorfológicos que afectan a la estabilidad natural de las vertientes tienen lugar en las formaciones terciarias y en el recubrimiento cuaternario.

La formación terciaria cuyos materiales proceden directamente del desmantelamiento del manto de alteración creado sobre la superficie de los materiales hercínicos, ricos en caolín, darán lugar, por su naturaleza litológica, a una importante inestabilidad de laderas al ser disectados por el encajamiento de la red fluvial; y donde intervendrán de forma muy importante los freáticos colgados instalados sobre estas superficies terciarias, asociados a depósitos detríticos muy permeables interestratificados en el Terciario o superpuestos a él, como rañas, abanicos aluviales, glaciares o coluviones.

Pueden diferenciarse varios dominios geomorfológicos relacionados directamente con las unidades morfoestructurales definidas por las grandes estructuras hercínicas y por los materiales postorogénicos.

Estos dominios son:

- Sierras cuarcíticas
- Plataformas de la Raña y relieves sobre materiales terciarios
- Valles entre sierras
- Depresión sinclinal o *Val* complejo de Herrera del Duque
- Llanuras y depresiones sobre materiales precámbricos

Sierras cuarcíticas

La Cuarcita Armoricana es el principal elemento constructor del relieve actual. Las directrices del mismo son estructurales, aunque no exactamente hercínicas, pues el rejuego de fallas tardías produce desplazamientos y condiciona la red de drenaje. Estos relieves, formados por barras rocosas de cuarcitas, se sitúan en los flancos de las estructuras mayores y sirven de límite entre las demás unidades o domos morfoestructurales. Presentan direcciones dominantes ONO-ESE que pasan a E-O, N-S y también NE-SO, originando sierras enlazadas de forma circular como consecuencia de una estructura creada por la interferencia de pliegues.

Las vertientes de las sierras cuarcíticas presentan pendientes acusadas y están tapizadas por importantes masas de derrubios de ladera, depósitos coluviales y de glaciares coluviales. Estas vertientes muestran evidentes signos de inestabilidad, viéndose afectadas por reptaciones y deslizamientos fósiles y activos (FOTO 4). Otros procesos activos están en relación con la erosión por incisión lineal en pequeños barrancos.



Foto nº 4. Deslizamiento activo que afecta los coluviales y manto de alteración del grupo litológico 010a, y que se superpone a otras estructuras fósiles de mayor envergadura prácticamente desdibujadas. Fuente del tío Marcelo, en las cercanías de Arroba de los Montes.

Plataformas de la Raña y relieves sobre materiales terciarios

El enlace morfológico de las sierras cuarcíticas con la superficie de la Raña se verifica de forma gradual mediante glaciares coluviales. El relleno de las depresiones por los materiales de la Raña se ha realizado mediante abanicos aluviales anchos y planos, de 2-4 km de longitud, que arrancan de las salidas de los principales valles entre sierras.

En áreas de interferencia de abanicos y/o conos de deyección, o entre estos y algún relieve residual, se formaron pequeñas zonas endorreicas, algunas de las cuales persisten en la actualidad.

Hay también algunos ejemplos de relieves residuales aislados, más o menos achatados, con vertientes regularizadas, que destacan en la superficie de la Raña. Esta superficie se encuentra en cotas variables entre los 660 y los 500 m, dependiendo de los lugares, mostrando siempre una pendiente muy suave.

Las plataformas de las rañas y glacis enlazan generalmente con el fondo de los valles, mediante un escarpe suavizado que da paso a una ladera de fuerte pendiente en la que, bajo los derrames procedentes del desmantelamiento de rañas y glacis, pueden presentarse los depósitos detríticos del Terciario o los materiales hercínicos, mayoritariamente pizarrosos.

En relación con estas vertientes que enlazan la plataforma finiterciaria y los valles actuales se ha desarrollado un proceso importante de inestabilidad de laderas (FOTO 5).



Foto nº 5. Bajo la superficie de la Raña se observa un deslizamiento de ladera que afecta al recubrimiento coluvial y al manto de alteración de la formación pizarrosa que conforma el grupo litológico 122a. Valle García, próximo a la localidad de Puebla de Don Rodrigo.

Valles entre sierras

Desde principios del Pleistoceno se ha producido el descenso del nivel de base de la red hidrográfica, que probablemente continua en la actualidad, y cuyo resultado más importante es la degradación de la superficie de la Raña; que puede aparecer perfectamente conservada o encontrarse casi totalmente desmantelada.

Este proceso se ha producido a partir de dos sistemas hidrográficos que constituyen los principales valles entre sierras: el del río Guadiana, y del río Agudo, arroyo de las Quejigas y arroyo de Las Aceas.

Bajo la influencia directa del Guadiana y sus afluentes más orientales, la superficie de la Raña ha quedado reducida a unos escasos restos conservados sobre hombreras más resistentes. El río Guadiana ha excavado un ancho valle sobre las pizarras del Ordovícico Medio, mediante erosión lateral por procesos divagantes meandriformes (VER FOTO 2), donde se aprecian áreas llanas de escasa extensión, constituidas por los diversos niveles de glacis y terrazas; y se encaja en profundas hoces en la Cuarcita Armoricana, aprovechando las mayores fracturas tardihercínicas (FOTO 6).



Foto nº 6. *Río Guadiana internándose en el Estrecho de las Hoces, excavado en las sierras cuarcíticas del NE del Tramo.*

Depresión sinclinal o Val complejo de Herrera del Duque

La Depresión Sinclinal o Val Complejo de Herrera del Duque es un área deprimida con numerosos relieves internos y limitada por las sierras cuarcíticas. Su orientación preferente es ONO-ESE, coincidente con las directrices principales, pasando hacia el este a NNO-SSE, como consecuencia del giro que sufren las estructuras al ser afectadas por fases hercínicas posteriores.

Se caracteriza por la ausencia de llanuras y por presentar un modelado básicamente estructural a base de barras rocosas formadas por los niveles cuarcíticos resistentes de la sucesión paleozoica, que alternan con tramos más blandos pizarrosos.

En conjunto, la depresión constituye un valle complejo colgado sobre los anticlinales donde aflora el Precámbrico, que da lugar a un relieve típicamente apalachiano.

Llanuras y depresiones sobre materiales precámbricos

Se sitúan en los núcleos de los Anticlinorios de Agudo-Valdemanco (Llanura de La Serena) (FOTO 7), Ibor-Guadalupe (Llanura de Fuenlabrada) Guadalemar (Depresión de Guadalemar), Arroba de los Montes (FOTO 8), y del Esteras (Depresión del Esteras). Dan lugar a zonas deprimidas con relieve suavemente alomado, circundadas por las sierras cuarcíticas. Los afluentes del Guadiana: Agudo, Siruela, Guadalemar y Pelóchejo se encajan fundamentalmente en la llanura alomada.



Foto nº 7. Depresión de Agudo (Llanura de La Serena). Corresponde a una depresión sobre los materiales precámbricos (grupo litológico 010a), circundada por sierras cuarcíticas cuya línea de cumbres corresponde a la Cuarcita Armórica (grupo 121b). A la derecha de la imagen, destacando sobre la penillanura precámbrica, se observa el “monte isla” o inselberg de La Morra.



Foto nº 8. Depresión sobre los materiales precámbricos (grupo litológico 010a) en Arroba de los Montes, circundada por sierras cuarcíticas cuya línea de cumbres corresponde a la Cuarcita Armoricana (grupo 121b).

Se reconoce la existencia de una antigua superficie de erosión, que se sitúa entre las cotas de 530-420 m en la Llanura de La Serena y 520-480 m en la de Fuenlabrada, descendiendo suavemente hacia el Guadiana. Está fosilizada por los sedimentos del Plioceno Inferior, aunque es probable que su construcción se haya iniciado en tiempos más antiguos (Paleógeno Superior-Mioceno Inferior), en relación con etapas de intensa alteración química. Esta superficie de erosión es la principal constructora de las llanuras que nos ocupan. La incisión cuaternaria da origen al relieve alomado que se observa actualmente.

Las plataformas de la Raña y relieves sobre materiales terciarios están bien representados en la Llanura de La Serena y Depresión de Guadalemar.

Es característica la presencia de una potente alteración anterior a la instalación de las rañas, que afecta a todos los materiales sobre los que reposa, muy patente en los Montes de Toledo y Extremadura.

En las penillanuras precámbricas, debido a la suave pendiente, los cursos fluviales han modelado numerosos meandros que, al bajar el nivel de base, se han ido encajando progresivamente; caso de los ríos Guadalemar, Zújar, Esteras y Siruela-Agudo.

2.6. SISMICIDAD

De acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-94). Real Decreto 2543/1994 de 29 de Diciembre (B.O.E. 8 de Febrero de 1995), según el artículo 1.2.3. se señala que no es obligatoria la aplicación de esta Norma "cuando la aceleración sísmica de cálculo a_c sea inferior a 0,06 g". (g: aceleración de la gravedad).

En este mismo artículo se señala que "la aplicación de esta Norma debe hacerse calculando la estructura para la acción sísmica definida en los capítulos 2 y 3 y respetando las reglas de proyecto y las prescripciones constructivas indicadas en el capítulo 4".

Ninguno de los términos municipales atravesados por el Tramo estudiado, todos ellos en las provincias de Ciudad Real y Badajoz, se encuentra en la relación del Anejo 1 de la citada Norma. En esta relación se encuentran todos aquellos cuya aceleración sísmica básica (a_b) es igual o superior a 0,04 g.

Según el artículo 2.2:

$$a_c = c \cdot a_b$$

(c: coeficiente = 1,3 para $t = 100$ años)

Del lado de la seguridad, se toma $a_b = 0,04$ g.

Por tanto, se tiene:

$$a_c = 1,3 \cdot 0,04 = 0,052 \text{ g} < 0,06 \text{ g}$$

Luego no es necesario tener en cuenta los efectos sísmicos.

Según la Norma, se considera que "una aceleración sísmica de cálculo inferior a 0,06 g no genera solicitaciones peores que las demás hipótesis de carga, dada la diferencia de coeficientes de seguridad y de acciones simultáneas que deben considerarse con el sismo" (Comentarios del artículo 1.2.3.).

Por tanto, en el territorio en el que están ubicadas las obras proyectadas, no se esperan movimientos sísmicos capaces de provocar esfuerzos mayores que los considerados en otras situaciones de carga que no incluyen efectos provocados por terremotos.

En consecuencia, en los proyectos que se realicen en este Tramo, no es necesario considerar el efecto de las acciones sísmicas.

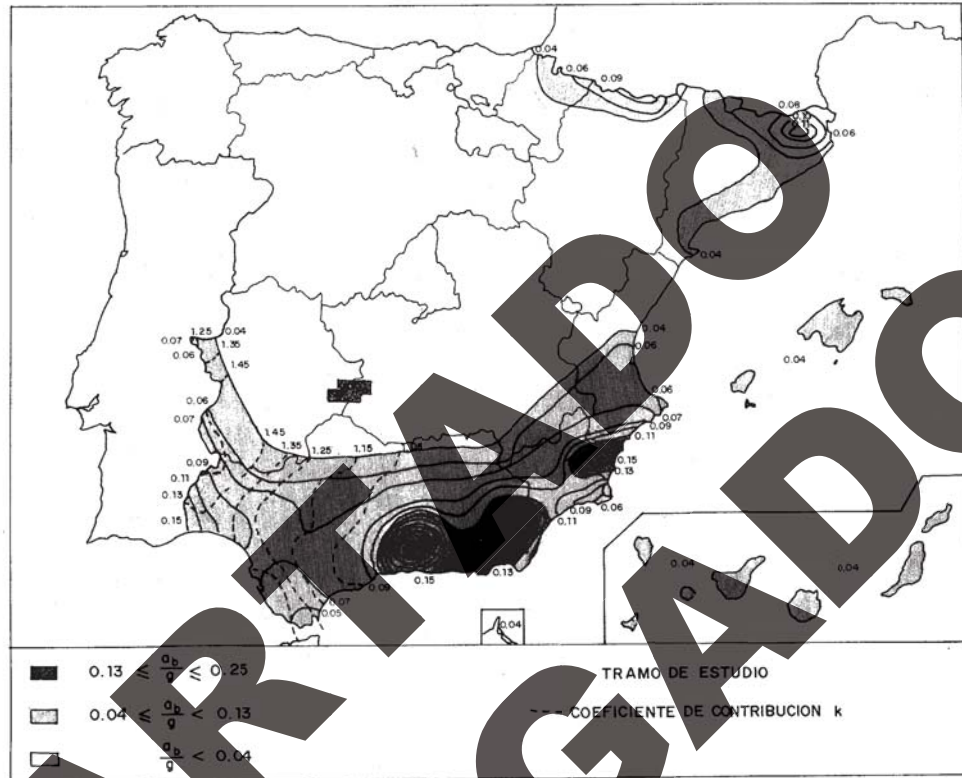


FIGURA 3. SITUACIÓN DEL TRAMO EN EL MAPA SISMORRESISTENTE.

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.1. DIVISIÓN DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

Para una mejor sistematización de este Estudio se ha establecido una división del Tramo en dos Zonas, atendiendo a sus características litológico-estructurales y geomorfológicas, que son las que principalmente pueden condicionar las obras viales a realizar en un futuro. La distribución geográfica de estas Zonas se muestra en la Figura 4, y sus características diferenciadoras son las siguientes:

Zona 1: Se ha denominado "Sierras paleozoicas y valles entre sierras". Se desarrolla con mayor extensión en el sector oriental del Tramo estudiado. Está integrada por varios dominios geomorfológicos como son: las sierras cuarcíticas, las plataformas de la Raña y relieves sobre materiales terciarios, los valles entre sierras y la depresión sinclinal o Val complejo de Herrera del Duque (VER FOTO 1).

Morfológicamente constituye una unidad formada por los relieves apalachianos conformados por la Cuarcita Armoricana. Se trata de un relieve accidentado, montañoso en algunos casos, y de elevada altitud. La naturaleza de los materiales es eminentemente silíceo, con alternancias de formaciones pizarrosas, areniscosas y cuarcíticas. La edad de estos materiales es Ordovícico, Silúrico y Devónico.

En esta Zona, la disposición estructural responde a una orientación general ONO-ESE y, dada su morfología accidentada, son poco practicables los accesos, sobre todo en dirección distinta a la de las estructuras.

El acceso en esta Zona se realiza a través de los principales cursos fluviales, que la surcan según la dirección ONO-ESE. La intercomunicación entre los distintos valles presenta dificultades de trazado y problemas geotécnicos relacionados con la estabilidad de las laderas.

Zona 2: Se ha denominado "Llanuras y depresiones sobre materiales precámbricos". Presenta un mayor desarrollo en el sector occidental del Tramo estudiado. Está integrada por los dominios geomorfológicos que constituyen las llanuras y depresiones sobre materiales precámbricos (VER FOTOS 7 y 8).

Morfológicamente se caracteriza por un relieve muy maduro, suave y alomado, surcado por arroyos poco funcionales, en valles encajados en el substrato. Son núcleos precámbricos culminados por una superficie de erosión, e intensamente alterados cuando se hallan cubiertos por materiales cenozoicos que, como las rañas, enlazan mediante conos de deyección y coluviales muy antiguos, con los relieves apalachianos de la Zona 1.

La naturaleza de los materiales silíceos (pizarras y grauwacas), con recubrimientos detríticos terciarios y cuaternarios.

En esta Zona la morfología es suave y los problemas son escasos, en principio adecuada para obras viales.

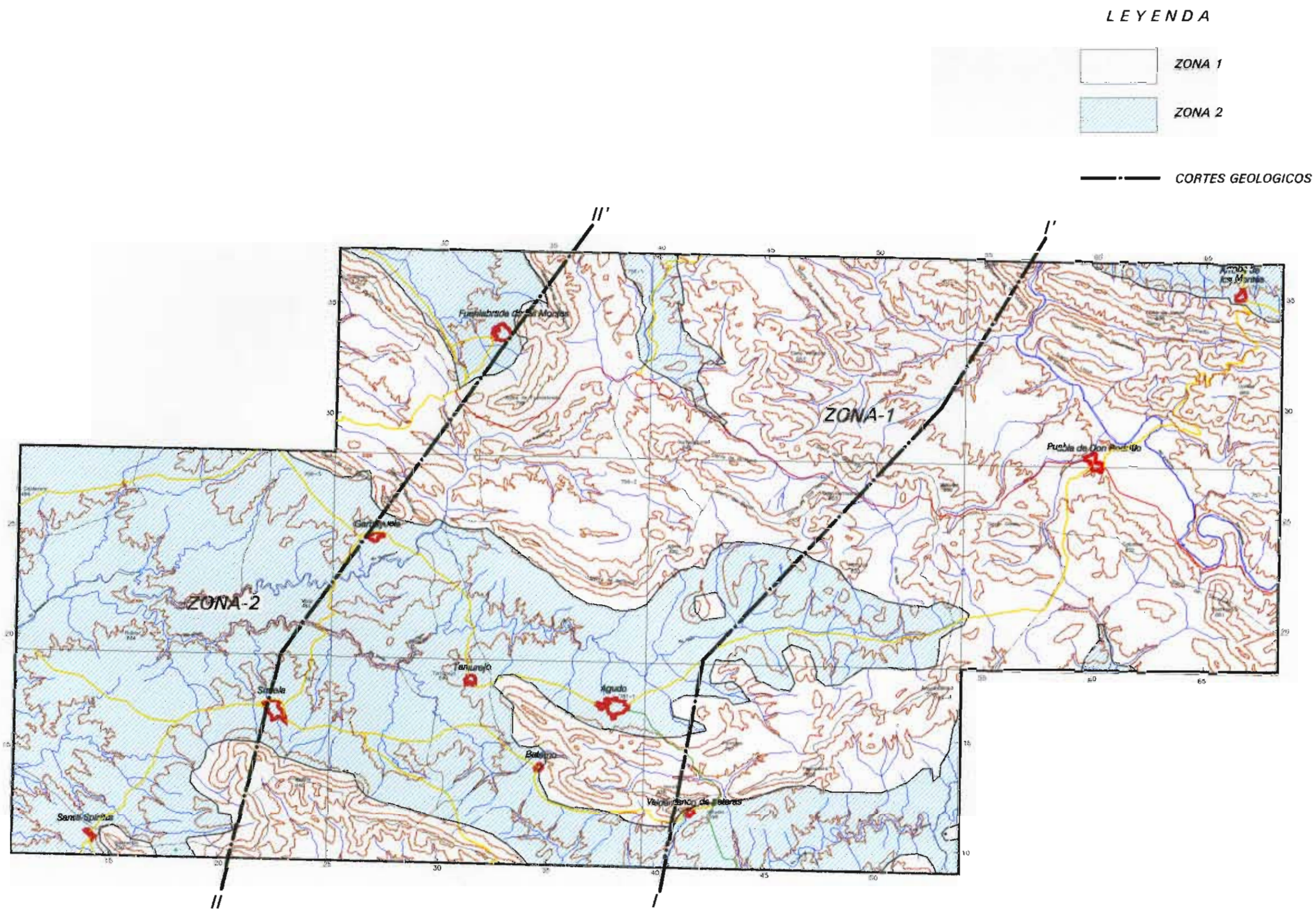


FIG. 4 ESQUEMA DONDE SE MUESTRA LA DIVISION EN ZONAS DEL TRAMO DE ESTUDIO Y LA TRAZA DE LOS CORTES GEOLOGICOS REALIZADOS.

3.2. ZONA 1: SIERRAS PALEOZOICAS Y VALLES ENTRE SIERRAS

3.2.1. Geomorfología

Esta Zona se desarrolla con mayor extensión en el sector oriental del Tramo estudiado.

El relieve es moderado y generalizadamente montañoso, con varias sierras cuarcíticas de orientaciones ONO-ESE y también NE-SO de 800-870 m de altitud promedio. Entre estas hay abundantes zonas planas, a veces muy extensas, con unos 600 m de altitud media, correspondientes a la superficie de la Raña. La red hidrográfica actual se presenta encajada en la superficie de la Raña, y se organiza entorno a dos cursos principales: el Guadiana, al NE, y el río Agudo, afluente suyo por intermedio del Zújar, en la parte central de esta Zona (420 y 520 m sobre el nivel del mar respectivamente para ambos cursos).

En el ámbito de esta Zona, las formas de relieve observables son resultado de los diversos procesos morfogenéticos que han actuado desde el Oligoceno-Mioceno Inferior, hasta la actualidad.

A grandes rasgos, pueden diferenciarse varios dominios geomorfológicos relacionados directamente con las unidades morfoestructurales definidas por las grandes estructuras hercínicas y por los materiales postorogénicos.

Estos dominios son:

- Sierras cuarcíticas
- Plataformas de la Raña y relieves sobre materiales terciarios
- Valles entre sierras
- Depresión sinclinal o Val complejo de Herrera del Duque

Sierras cuarcíticas

La Cuarcita Armoricana es el principal elemento constructor del relieve actual. Las sierras cuarcíticas presentan formas muy redondeadas, tanto en perfil como en planta. Las directrices del mismo son estructurales, aunque no exactamente hercínicas, pues el rejuego de fallas tardías produce desplazamientos y condiciona la red de drenaje. Estos relieves, formados por barras rocosas de cuarcitas, se sitúan en los flancos de las estructuras mayores y sirven de límite entre las demás unidades o domos morfoestructurales. Presentan direcciones dominantes ONO-ESE que pasan a E-O, N-S (terminación periclinal del Anticlinal de Ibor y otros) y también NE-SO (Pescadera-Navalonguilla), originando sierras enlazadas de forma circular como consecuencia de una estructura creada por la interferencia de pliegues.

La altura de las cumbres se sitúan entre 710 y 870 m, descendiendo suavemente hacia el valle del Guadiana. La incisión de este río y sus afluentes ha sido muy importante, existiendo diferencias de cotas entre los cauces y los vértices más elevados de 530 m.

Las vertientes de las sierras cuarcíticas presentan pendientes acusadas entre 25 y 35 % y perfil cóncavo. Están tapizadas por importantes masas de depósitos coluviales y de glaciares coluviales antiguos (Pleistocenos). Las cabeceras de las vertientes suelen estar ocupadas por canchales o pedreras de origen periglacial, creadas por crioclastismo de las barras de Cuarcita Armoricana, intensamente fracturadas. Estas vertientes muestran evidentes signos de inestabilidad, viéndose afectadas por reptaciones y deslizamientos fósiles y activos. Otros procesos activos están en relación con la erosión por incisión lineal en pequeños barrancos.

La importantísima alteración desarrollada sobre los materiales precámbricos y paleozoicos tuvo especial incidencia en aquellas zonas falladas y brechificadas, y sobre los materiales pizarrosos. Los mantos de alteración creados se enriquecieron en componente arcilloso de naturaleza caolinítica. Los numerosos fenómenos de deslizamiento que, con carácter fósil, latente o activo, afectan a la orla de coluviones que tapizan las laderas de las sierras paleozoicas, deben en gran parte su inestabilidad al substrato arcilloso y, asimismo inestable, representado por los mantos de alteración sobre los que se asientan (FOTO 9).



Foto nº 9. Gran deslizamiento fósil en estado latente, sobre los coluviales que se extienden bajo el Morro del Castillo, escarpe cuarcítico de la Sierra de Siruela.

Los fenómenos de deslizamiento y solifluxión son fenómenos que tuvieron un amplio desarrollo en fases de clima periglacial de las que se han heredado algunas formas muy características. En la actualidad estos fenómenos se siguen produciendo por reactivación de estructuras preexistentes.

Plataformas de la Raña y relieves sobre materiales terciarios

El enlace morfológico de las sierras cuarcíticas con la superficie de la Raña se verifica de forma gradual mediante glacis coluviales. El relleno de las depresiones por los materiales de la Raña se ha realizado mediante abanicos aluviales anchos y planos, de 2-4 km de longitud, que arrancan de las salidas de los principales valles entre sierras. Al pie de algunos barrancos, de cabecera muy cóncava y redondeada, que descienden de las sierras, existen conos de deyección de menor tamaño que los abanicos de superficie convexa, mayor pendiente y situados a una cota ligeramente superior; por lo que deben ser algo posteriores a la génesis de la superficie de la Raña.

En áreas de interferencia de abanicos y/o conos de deyección, o entre estos y algún relieve residual, se formaron pequeñas zonas endorreicas, algunas de las cuales persisten en la actualidad (FOTO 10).



Foto nº 10. Zona endorreica donde se forman encharcamientos temporales en un área deprimida entre conos de deyección coalescentes, sobre la superficie de la Raña. Inmediaciones del P.K. 23+000 de la carretera de Puebla de Don Rodrigo a Agudo.

Hay también algunos ejemplos de relieves residuales aislados, más o menos achatados, con vertientes regularizadas, que destacan en la superficie de la Raña. Esta superficie se encuentra en cotas variables entre los 660 y los 500 m, dependiendo de los lugares, mostrando siempre una pendiente muy suave.

Las plataformas de las rañas y glacis enlazan generalmente con el fondo de los valles, mediante un escarpe suavizado que da paso a una ladera de fuerte pendiente en la que, bajo los derrames procedentes del desmantelamiento de rañas y glacis, pueden presentarse los depósitos detríticos del Terciario o los materiales hercínicos, mayoritariamente pizarrosos. Estos últimos suelen presentar un alto grado de alteración, consecuencia de lo cual se desarrolla en ellos un drenaje dendrítico similar al que se desarrolla sobre los materiales detríticos de la base del Neógeno.

En relación con estas vertientes que enlazan la plataforma finiterciaria y los valles actuales se ha desarrollado un proceso importante de inestabilidad de laderas.

Valles entre sierras

Desde principios del Pleistoceno se ha producido el descenso del nivel de base de la red hidrográfica, que probablemente continua en la actualidad, y cuyo resultado más importante es la degradación de la superficie de la Raña; que puede aparecer perfectamente conservada o encontrarse casi totalmente desmantelada.

Este proceso se ha producido a partir de dos sistemas hidrográficos: el del río Guadiana en la mitad nororiental de la Zona, y el resto de arroyos en la suroccidental. El primero ha sido de iniciación más antigua y policíclico, presentando hasta ocho niveles de terrazas y glacis de vertiente o coluviales asociados. Las cotas del actual cauce del Guadiana se encuentran a 425-480 m. El segundo sistema (río Agudo, arroyo de las Quejigas y arroyo de Las Aceas) sólo presentan un único nivel de glacis-terrazza. Su cota más baja es del orden de 530 m, y en su cabecera a penas han comenzado a disectar la superficie de la Raña.

Bajo la influencia directa del Guadiana y sus afluentes más orientales, la superficie de la Raña ha quedado reducida a unos escasos restos conservados sobre hombreras del grupo litológico 120a, más resistentes (VER FOTO 3). El río Guadiana ha excavado un ancho valle en las pizarras del grupo litológico 122a, mediante erosión lateral por procesos divagantes meandriformes, donde se aprecian áreas llanas de escasa extensión, constituidas por los diversos niveles de glacis y terrazas. Es un río obsecuente que se encaja en profundas hoces en la Cuarcita Armoricana, aprovechando las mayores fracturas tardihercínicas.

Depresión sinclinal o Val complejo de Herrera del Duque

La Depresión Sinclinal o Val Complejo de Herrera del Duque es un área deprimida con numerosos relieves internos y limitada por las sierras cuarcíticas. Su orientación preferente es ONO-ESE, coincidente con las directrices principales, pasando hacia el este a NNO-SSE, como consecuencia del giro que sufren las estructuras al ser afectadas por fases hercínicas posteriores.

Se caracteriza por la ausencia de llanuras y por presentar un modelado básicamente estructural a base de barras rocosas formadas por los niveles cuarcíticos resistentes de la sucesión paleozoica, que alternan con tramos más blandos pizarrosos. Así se definen una serie de seis sierras internas en la depresión, subparalelas a los relieves de la Cuarcita Armoricana y una depresión central formada por los materiales pizarrosos del Devónico Superior, situados en el núcleo del sinclinorio. El esquema morfológico se ve complicado por la fracturación que rompe y desplaza las hileras de cerros y por la aparición de cierres periclinales sinclinales locales.

En conjunto, la depresión constituye un val complejo colgado sobre los anticlinales donde aflora el Precámbrico, que da lugar a un relieve típicamente apalachiano. La red fluvial actual presenta características propias. El Guadalemar es un río consecuente con las estructuras debidas a la segunda fase hercínica; mientras que se reconoce como obsecuente frente a las direcciones estructurales ONO-ESE. El Arroyo de Valmayor discurre consecuentemente por el núcleo devónico del sinclinal.









3.2.2. Tectónica

La estructura de esta Zona está controlada por la naturaleza y disposición de los materiales que constituyen la pila sedimentaria y la secuencia y orientación de las fases de deformación que han afectado a este segmento de la Cadena Hercínica.

Se han diferenciado seis dominios estructurales que son los siguientes:

- Flanco meridional del Anticlinorio de Navalpino
- Sinclinorio de Puebla de Don Rodrigo
- Anticlinorio de la Sierra de Castillejo
- Sinclinorio de Herrera del Duque
- Terminación occidental del sinclinal de Almadén
- Sinclinorio de Agudo-Valdemanco

UNIDADES ESTRUCTURALES

	ANTICLINORIO DE IBOR		ANTICLINORIO DE NAVALPINO
	SINCLINORIO DE HERRERA DEL DUQUE		SINCLINORIO DE PUEBLA DE DON RODRIGO
	SINCLINAL DE ALMADEN		ANTICLINORIO DE AGUDO - ANTICLINORIO DEL ESTERAS
	ANTICLINAL DE GUALEMAR		ANTICLINORIO DE SIERRA DE CASTILLEJO

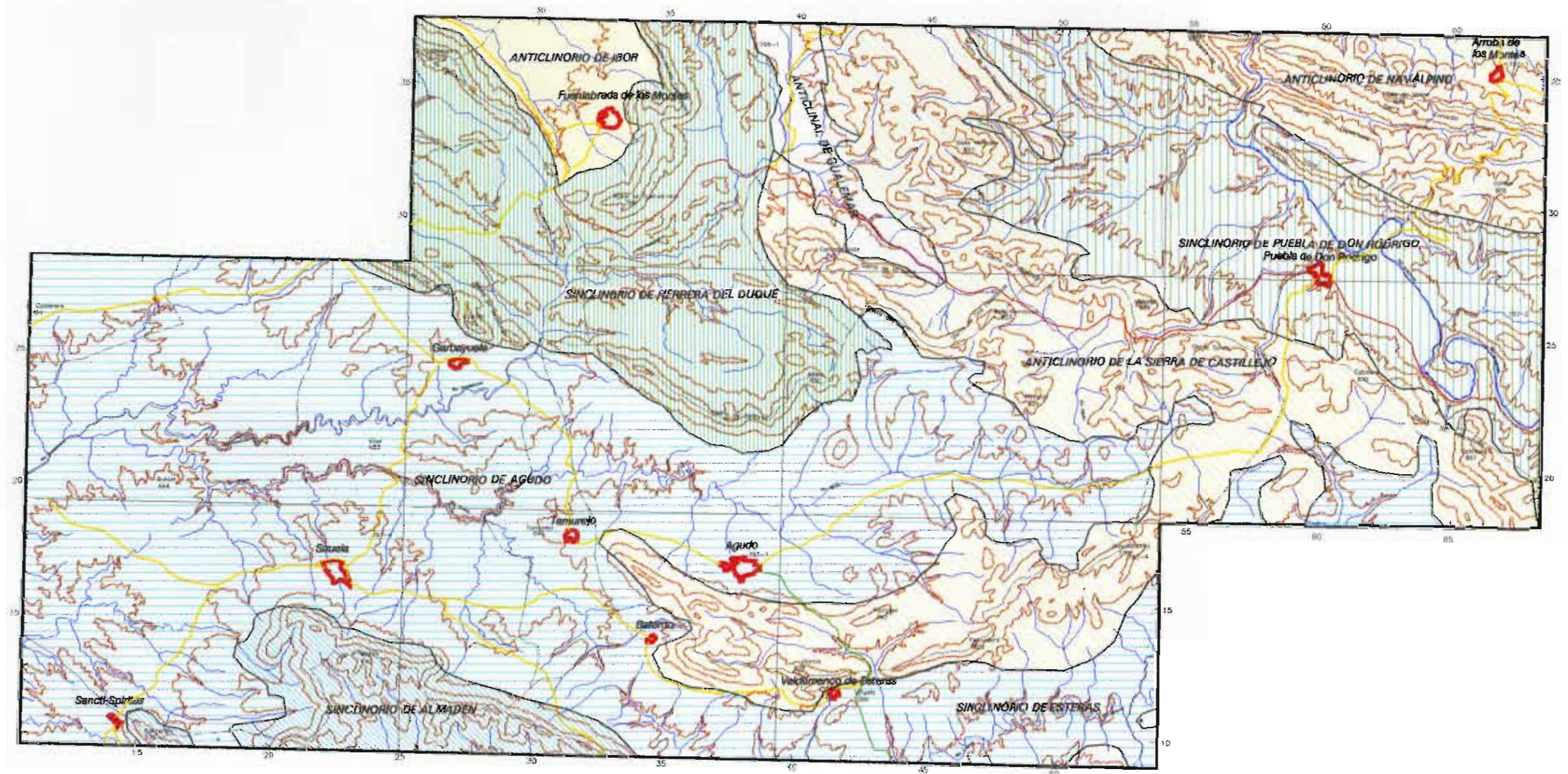


FIG. 5 ESQUEMA DE DOMINIOS ESTRUCTURALES DEL TRAMO

Escala 1:200.000

Flanco meridional del Anticlinorio de Navalpino

Ocupa el sector NE de la Zona. Es una estructura de rumbo ONO-ESE vergente hacia el SO, con su núcleo ocupado por materiales precámbricos. Únicamente está representada una parte de su flanco meridional.

En este dominio está incluida una zona de transición entre este dominio y en Sinclinorio de La Puebla de Don Rodrigo, correspondiente a la Sierra de Enmedio. Su estructura está constituida por una serie de pliegues de primera fase de rumbo ONO-ESE impresos en la Cuarcita Armoricana (grupo litológico 121b). En los núcleos sinclinales se conservan las alternancias de areniscas cuarcitas y pizarras del grupo litológico 120a, mientras que en algunos anticlinales llega a aflorar el Ordovícico inferior. Son pliegues largos, de 5 a 10 km de recorrido, con ligera vergencia hacia el SO.

La fracturación, importante, está definida por una familia de fallas con acusada componente de desgarre lateral derecho, y recorrido de hasta 10 km, de rumbo NO-SE. Los desgarres NE-SO, senestrales, tienen menor desarrollo en recorrido y número.

Sinclinorio de Puebla de Don Rodrigo

Tiene una anchura de 5 a 10 km. sus flancos están dibujados por la Cuarcita Armoricana, y el núcleo aparece ocupado fundamentalmente por las pizarras del grupo litológico 122a. Su rumbo es NO-SE a ONO-ESE, y la vergencia hacia el SO.

Las pizarras ordovícicas suelen presentar una esquistosidad muy penetrativa que puede obliterar la estratificación. Tiene un rumbo NO-SE, buzando de 40° a 80° hacia el NE.

Numerosas fallas de desgarre senestral afectan a la Cuarcita Armoricana.

Anticlinorio de la Sierra de Castillejo

Constituye el límite meridional del Sinclinorio de La Puebla. Comprende varias unidades estructurales con características propias.

El Anticlinal de Valtriguero está situado en el extremo NO de la Zona, condicionando el cierre NO del Sinclinorio de La Puebla, en el que penetra. Tiene dirección NO-SE y vergencia SO. El flanco meridional está laminado por un cabalgamiento que coloca el Precámbrico sobre la Cuarcita Armoricana. Los materiales precámbricos del núcleo muestran pliegues isoclinales, erguidos, muy apretados y con charnelas engrosadas y curvas. Su dirección, como la de la esquistosidad, varía de NO-SE a N-S.

El Anticlinal de Guadalemar aparece más al SO, quedando separado del anterior por una zona siclinorial. La dirección del anticlinal varía progresivamente desde NNO-SSE a ONO-ESE hacia el oeste, donde cierra periclinalmente. El dispositivo general es similar al del Anticlinal de Valtriguero, con materiales precámbricos en el núcleo, que cabalgan sobre el Paleozoico del flanco sur.

Hacia el SE de esta Zona 1, hay un área delimitada por el Cerro de Dos Hermanas, Sierra Gorda y el Cerro del Esparragal que está constituido básicamente por los niveles de la Cuarcita Armoricana y las alternancias del grupo litológico 121a. El Precámbrico aparece al pie del Cerro de la Naranja y ocupa el valle de la cabecera del río Agudo. Esta zona se caracteriza por una estructura de tipo domos y cubetas originada por la interferencia de pliegues de dirección NO-SE y pliegues NE-SO. Numerosas fallas secundarias resuelven la acomodación de las estructuras de interferencia.

Sinclinorio de Herrera del Duque

Se trata de un sinclinorio de primera fase hercínica que ocupa una gran parte del extremo más noroccidental de esta Zona.

Corresponde a un accidente de dirección ONO-ESE y está constituido por materiales paleozoicos, desde el Ordovícico al Devónico Superior. Los niveles duros de la Cuarcita Armoricana delimitan perfectamente su contorno.

El flanco sur aparece verticalizado e incluso invertido, mientras que el flanco septentrional presenta una estructura algo más complicada, afectado por pliegues de segunda fase. La Cuarcita Armoricana describe un cierre periclinal, el del Anticlinorio de Ibor.

El núcleo del sinclinorio tiene una estructura de plegamiento relativamente sencilla, alojando toda la sucesión paleozoica. en general no hay pliegues a gran escala.

La extremidad oriental del sinclinorio adopta una disposición en cubeta transversal a la estructura general, por efecto de la interferencia de la segunda fase.

En la zona existen también dos fallas de dirección E-O a ENE-OSO, interpretadas como inversas y cabalgantes hacia el norte. La densidad de fracturas en el Sinclinorio de Herrera es elevada. Las fallas más importantes y más abundantes son las de rumbo NO-SE a NNO-SSE, que han actuado como desgarres dextrales, originando a veces bandas de cizallamiento relativamente amplias.

Terminación occidental del sinclinal de Almadén

Este dominio cubre la parte suroccidental de la Zona 1. Presenta su flanco sur muy verticalizado y tectonizado, con fracturas orientadas paralelamente a la traza axial del mismo y de gran continuidad lateral; mientras que su flanco norte está más tendido, sugiriendo una vergencia N para la estructura.

Sinclinorio de Agudo-Valdemanco

Situado al sur de esta Zona. En él se observa que, a nivel del Ordovícico Inferior, ambos flancos tienen buzamientos bajos.

3.2.3. Columna estratigráfica

Esta Zona se caracteriza por presentar un Ordovícico inferior detrítico, fundamentalmente cuarcítico, al que siguen diversas formaciones cuarcíticas y pizarrosas, con algunas intercalaciones volcánicas, hasta el Devónico, que solo se conserva en algunas estructuras sinclinales. todos estos materiales se encuentran plegados y fracturados, en un estadio muy bajo de metamorfismo regional.

Sobre estos materiales hercínicos se disponen, en zonas concretas, sedimentos arcillo-arenosos y conglomeráticos atribuibles al Plioceno Inferior, y sobre ellos, de forma generalizada, la superficie de Raña (Plioceno Superior). Glacis, coluviales, terrazas en los principales cauces fluviales y depósitos de ladera cuaternarios, completan el cuadro de materiales aquí presentes.

La columna estratigráfica de esta Zona 1 aparece en la Figura 6.

3.2.4. Grupos litológicos

En este apartado se describen la litología, estructura y características geotécnicas de los grupos litológicos que se han individualizado dentro de la Zona 1, en el presente Tramo del Estudio.

ALUVIONES ACTUALES Y LLANURA ALUVIAL (A)

- Litología

Grupo constituido por gravas y gravillas subredondeadas y sueltas, de cantos de cuarcita, cuarzo, pizarra y arenisca, e inmersas en una matriz arenosa y limosa. Los aluviales de arroyos y barrancos poseen un porcentaje mucho mayor de limos y arcillas. Se trata de materiales sueltos y no consolidados, por lo que su dureza y compacidad son prácticamente nulas.

COLUMNA	GRUPO LITOLÓG.	GRUPO GEOTEC.	DESCRIPCIÓN	EDAD
	A	G1	ALUVIONES ACTUALES Y LLANURA ALUVIAL	CUATERNARIO
	AC	G1	ALUVIAL-COLUVIAL (FONDOS DE VALLE)	CUATERNARIO
	T	G1	TERRAZAS FLUVIALES	CUATERNARIO
	E	G1	ZONAS ENDORREICAS	CUATERNARIO
	P	G4	PEDRERAS	CUATERNARIO
	C	G3	COLUVIALES	PLIO-CUATERNARIO
	D	G2	CONOS DE DEYECCION	PLIO-CUATERNARIO
	G	G2	GLACIS	PLIO-CUATERNARIO
	350	G2	RAÑAS	PLIO-CUATERNARIO
	322	G5	CONGLOMERADOS, FANGOS EDAFIZADOS Y ARENAS	TERCIARIO (PLIOCENO)
	143b	G9	PIZARRAS, ARENISCAS Y CUARCITAS	DEVONICO SUP.
	143a	G9	PIZARRAS, CUARCITAS Y ARENISCAS	DEVONICO SUP.
	141e	G9	PIZARRAS, ARENISCAS Y CALIZAS	DEVONICO INF.
	141c	G6	CALIZAS	DEVONICO INF.
	141d	G8	CUARCITAS	DEVONICO INF.
	141b	G9	PIZARRAS, ARENISCAS Y CALIZAS	DEVONICO INF.
	141a	G8	CUARCITAS Y ARENISCAS	DEVONICO INF.
	100	G9	PIZARRAS, ARENISCAS Y CUARCITAS	SILURICO SUP.- -DEVONICO INF.
	130	G9	PIZARRAS AMPELITICAS	SILURICO
	131	G8	CUARCITAS	SILURICO INF.
	123b	G7	GRAUVACAS Y PELITAS	SILURICO INF.
	123a	G9	PIZARRAS	ORDOVICICO SUP.
	120b	G8	CUARCITAS, ARENISCAS Y PIZARRAS	ORDOVICICO MED-SUP.
	122d	G9	PIZARRAS, ARENISCAS MICACEAS Y CUARCITAS	ORDOVICICO MED.
	122c	G7	ARENISCAS MICACEAS, CUARCITAS Y PIZARRAS	ORDOVICICO MED.
	122b	G9	TUFITAS	ORDOVICICO MED.
	122a	G9	PIZARRAS	ORDOVICICO MED.
	120a	G7	ARENISCAS MICACEAS, CUARCITAS Y PIZARRAS	ORDOVICICO INF-MED.
	121b	G8	CUARCITAS (FACIES ARMORICANA)	ORDOVICICO INF.
	121a	G7	CUARCITAS, ARENISCAS, LIMOLITAS, PIZARRAS Y CONGLOMERADOS	ORDOVICICO INF.
	121a1	G8	CUARCITAS Y CONGLOMERADOS	ORDOVICICO INF.
	010a	G10	PIZARRAS Y GRAUVACAS	PRECAMBRICO
	001	G12	DIABASAS	

FIGURA 6. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA ZONA 1

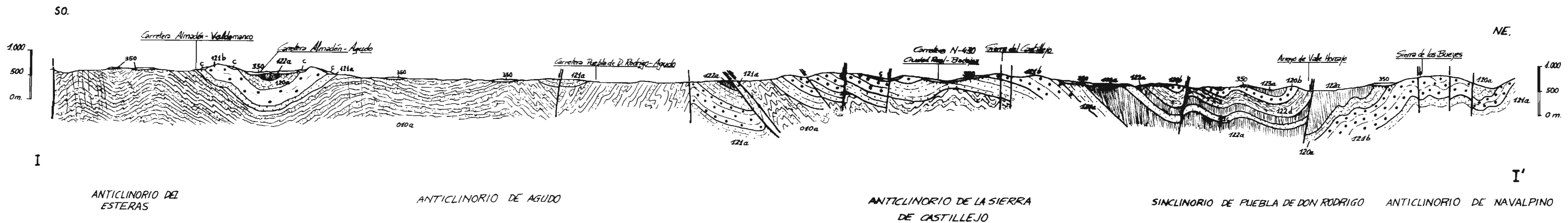


FIGURA 7



ESCALA HORIZONTAL Y VERTICAL : 1/50.000

FIGURA 7.- CORTE GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO I-I'

- Estructura

Este grupo constituye el cauce de avenida y la llanura de inundación de los cursos fluviales del tramo. Se dispone horizontalmente y posee una estructura canalizada y tabular, netamente discordante con los grupos litológicos infrayacentes. Los materiales se disponen en forma de barras de canal, surcadas por numerosos canales de estiaje. Interiormente se presenta de una forma masiva. La potencia de este grupo litológico es de 0,5 a 7 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Terrenos sometidos a la dinámica fluvial. Problemas locales por socavación (FOTO 11).



Foto nº 11. Limos arenosos y lechos de gravas en la llanura aluvial (grupo litológico A) del río Guadiana, en un punto de ataque erosivo en la margen cóncava de un meandro.

Taludes artificiales: No se observan en esta Zona.

Hidrología: Materiales con permeabilidad media-alta, por infiltración, con niveles freáticos próximos a la superficie. La rápida evacuación de los aportes hídricos, en ocasiones, se ve dificultada por la existencia en profundidad de niveles freáticos o lechos im-

permeables, factores que evitan o interfieren en su normal saneamiento. Escorrentía poco activa.

Capacidad portante: Se estima en general baja. Por sus condiciones geomorfológicas no son terrenos adecuados para fundar sobre ellos estructuras de ningún tipo; por lo que cualquier requerimiento algo importante de esfuerzo, de una estructura, habrá de ser remitido siempre al substrato.

En general, se deben temer asientos diferenciales por la estructura lantejonar de los depósitos detríticos y el posible establecimiento de freáticos estacionales a nivel de superficie; así como humedecimientos del terreno por causa de una mala escorrentía superficial y baja permeabilidad de los horizontes limo-arcillosos de inundación.

Características mecánicas: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.

Empleo: Pueden ser considerados como adecuados o tolerables como material de préstamo. Sólo parcialmente constituyen yacimientos granulares.

ALUVIAL-COLUVIAL (FONDOS DE VALLE) (AC)

- Litología

Grupo constituido por gravas y cantos de cuarcita y, en menor proporción, de pizarra, cuarzo y arenisca, dispersas o dispuestas en lechos discontinuos, con abundante matriz de arena, limo y arcilla. Interiormente presenta cuerpos canalizados con materiales más groseros, tamaño grava, y matriz fundamentalmente arenosa. Se trata de materiales sueltos y no consolidados; por lo que la compacidad y la dureza se estiman prácticamente nulas.

- Estructura

Este grupo conforma el fondo de los valles menores y vaguadas, donde los aportes de tipo coluvial se ven tímidamente retrabajados por una incipiente acción aluvial. Se dispone subhorizontalmente y muestra una estructura tabular. Interiormente se presenta masivo, con cuerpos canalizados de escasa continuidad lateral. La potencia de este grupo litológico oscila entre 0,5 y 5 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Este grupo delimita áreas potenciales de actividad hidrodinámica, donde se pueden presentar problemas relacionados con erosiones en épocas de lluvias torrenciales.

Taludes artificiales: No se observan en esta Zona.

Hidrología: Terrenos con permeabilidad entre buena y moderada. Localmente pueden presentarse problemas por causa de una escorrentía superficial deficiente.

Capacidad portante: terrenos poco o nada consolidados que sólo admitirán cargas muy someras. Cualquier solicitud más importante deberá transferirse al substrato próximo.

Características mecánicas: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.

Empleo: En general, pueden ser empleados como préstamos.

TERRAZAS FLUVIALES (T)

- Litología

Grupo litológico constituido por las terrazas aluviales del río Guadiana y de otros ríos del Tramo, de menor entidad. Está integrado por gravas redondeadas de cantos cuarcíticos fundamentalmente, y otros de cuarzo, pizarra y arenisca, con matriz arenosa y limosa. Presenta cuerpos lenticulares con gravas y escasa matriz, generalmente arenosa. El tamaño medio de los cantos oscila entre 2 y 6 cm. Son depósitos sueltos y sin consolidar, con dureza y compacidad bajas a moderadas. Ocasionalmente pueden existir, sobre estas terrazas, zonas anegadas, de carácter endorreico, como las situadas al SE de Puebla de Don Rodrigo.

- Estructura

Este grupo conforma las vegas del río Guadiana y de otros ríos menores. Posee estructuras típicas de canales rellenos por gravas y arenas, y, aquellas mejor conservadas, están recubiertas por limos y arenas de llanura de inundación. Se dispone subhorizontalmente y tiene una estructura tabular, masiva en su interior. No son terrazas muy potentes, el espesor no supera los 4 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Pendientes naturales subhorizontales y estables, salvo en aquellas zonas próximas a los bordes que forman escarpes. En el Tramo adyacente al que nos ocupa, se ha observado que terrazas depositadas sobre formaciones paleozoicas de naturaleza pizarrosa, que poseen un potente manto de alteración, o sobre los materiales terciarios de naturaleza limo-arcillosa, presentan frecuentes roturas de naturaleza gravitacional y deformaciones de gran amplitud.

Taludes artificiales:

- Pendientes: Se trata en general de desmontes de escasa altura que, de no aflorar en la base un substrato arcilloso correspondiente a un posible manto de alteración de pizarras paleozoicas o a materiales terciarios, pueden aguantar pendientes que van desde subverticales en los lechos de gravas, a inclinaciones entorno a los 60°- 55° en los horizontes limo-arenosos;
- Problemas: Aparecen afectados por una erosión en cárcavas del substrato arcilloso impermeable, que termina por provocar desprendimientos y desplomes de los depósitos de gravas suprayacentes.
- Taludes recomendados: En principio, y en ausencia de estructuras que hagan prever la existencia de roturas de tipo gravitacional, se pueden adoptar pendientes 1H:1V a 1H:1,5V.

La existencia de niveles freáticos en el contacto con el substrato arcilloso impermeable, puede dar lugar a problemas de inestabilidad en los taludes de excavación, cuando este grupo quede colgado en la cabecera del desmonte. En tales circunstancias deben cuidarse las medidas de drenaje, tender los taludes a pendientes iguales o inferiores a 1,5H:1V, o diseñar medidas de contención.

Hidrología: Este grupo se considera en su gran mayoría permeable por percolación y porosidad. Escorrentía superficial poco activa. La existencia de lechos limo-arcillosos intercalados o en superficie, atenúa la permeabilidad e infiltración de las aguas meteóricas, dando lugar a áreas con mal drenaje superficial.

Capacidad portante: Moderada, siempre que los depósitos adquieran cierta potencia, dado que en muchas ocasiones el substrato puede ser de peores características que la terraza. A este respecto convendrá siempre tener un perfecto conocimiento del perfil de la terraza, incluyendo las características del terreno que la soporta. En general, se considera que las solicitudes de carga con alguna entidad deben remitirse al substrato inalterado.

La presencia de limos y limos arcillosos en superficie o intercalados en lechos lenticulares, pueden dificultar el drenaje superficial y facultar la existencia de freáticos temporales a nivel de superficie, que pueden dar lugar a pequeños asientos diferenciales en situación de cargas por infraestructuras.

Características mecánicas: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.

Empleo: Suelen constituir yacimientos granulares de reducidas dimensiones. Algunos de ellos aprovechados en obras locales. En el caso de las terrazas del río Guadiana, la importancia de los yacimientos es ya considerable.

CONOS DE DEYECCIÓN (D)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por depósitos heterométricos de gravas subangulosas a subredondeadas, cuya naturaleza litológica está claramente influida por la composición de sus áreas de procedencia. Está sostenido por una proporción muy elevada de limos y arcillas. Se han detectado conos de deyección muy antiguos, incluso formando parte de los materiales de los grupos litológicos 350 y 322. La alterabilidad se estima moderada-alta.

- Estructura

Conforman laderas de pendientes suaves y tendidas, y también se encuentran sobre la terraza baja aluvial de los principales valles, en la desembocadura de pequeños arroyos. Se disponen subhorizontalmente, con una continuidad lateral muy escasa. En conjunto, presenta una estructura en cuña-abanico, masiva en el interior. La potencia se estima entre 0,5 y 10 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Los terrenos ocupados por este grupo litológico están sometidos, en gran parte, a los problemas de dinámica fluvial (erosión y aterramiento) en épocas de grandes avenidas.

Taludes artificiales: No se observan en esta Zona.

- Taludes recomendados: No deben superar pendientes mayores de 1H:1V.

Hidrología: Permeabilidad variable, en general moderada o baja; aunque la alta proporción de matriz limo-arcillosa que presentan muchos lechos lenticulares de su estructura dificultan localmente la transmisividad. Escorrentía superficial poco activa.

Capacidad portante: De los materiales de este grupo pueden esperarse respuestas resistentes moderadas, y la posibilidad de darse problemas, también moderados, por asientos diferenciales. La escasa potencia de estos depósitos, en muchas ocasiones, obligará a transferir al substrato cualquier solicitud de esfuerzos.

Características mecánicas: Son materiales excavables.

Empleo: Se estiman adecuados a tolerables para su utilización como préstamos, y pueden constituir yacimientos granulares de importancia.

GLACIS (G)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por gravas y gravillas silíceas de cantos de 10 cm de diámetro, fundamentalmente cuarcíticos, soportado por una matriz arenosa y arcillosa. Muy a menudo, este grupo aparece muy enriquecido en matriz, haciéndose muy arenoso y arcilloso, con cantos de forma dispersa. La alterabilidad se estima entre moderada y alta, dependiendo fundamentalmente del contenido de finos.

- Estructura

Los niveles de glacis se encajan en la raña, movilizándolo parte de sus materiales. Son depósitos de ladera con disposición subhorizontal y pendientes relativamente suaves, que conforman superficies culminantes del Terciario y Cuaternario. La estructura interna de este grupo se considera masiva. A escala cartográfica posee una estructura en cuña, debido a lo cual, la potencia es muy variable y oscila de 0,5 a 5 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: La circunstancia de que este grupo se sitúe sobre formaciones de naturaleza detrítico arcillosa del Terciario o sobre un horizonte de alteración arcilloso en pizarras paleozoicas, propicia la existencia de fenómenos de deslizamiento en los bordes de los terrenos aterrazados.

Taludes artificiales: Los taludes observados son de pequeña entidad, debido a la escasa potencia de este grupo. Generalmente se trata de desmontes donde esta formación queda colgada en la cabecera de los taludes excavados en las formaciones terciarias o paleozoicas.

- Pendientes: 1H:1V a 1,5H:1V
- Problemas: Los taludes evolucionan posteriormente en razón del grado de compactación y proporción del componente arcilloso del grupo a nivel local. Cuando esta formación queda colgada en la cabecera de los taludes, su comportamiento depende de la posibilidad de que exista o pueda instalarse un horizonte freático en el contacto con el substrato. En este caso, será esta circunstancia la que origine las inestabilidades del talud.
- Taludes recomendados: En desmontes bajos que sólo afecten a los materiales de esta formación, la pendiente no deberá exceder del 1H:1V. En desmontes de mayor altura, o en los casos donde esta formación se vea afectada por deslizamientos de ladera, se encuentre poco compactada o con alta proporción arcillosa, o quede colgada en la cabecera de los taludes, la pendiente no deberá superar el 1,5H:1V.

Hidrología: Formaciones con permeabilidad por percolación y porosidad, que podrá oscilar de alta a moderada en función del contenido arcilloso de la matriz a nivel local. La escorrentía superficial es poco activa, y a veces se ve dificultada por la existencia en superficie de un suelo arcilloso.

Capacidad portante: Las condiciones resistentes de este grupo pueden variar en un amplio margen que va desde respuestas moderadas a bajas, en razón de su potencia, compactación, condiciones de estabilidad natural, composición litológica y naturaleza del substrato.

En condiciones normales de plataformas llanas o de muy suave pendiente, suele constituir un buen cimiento para la calzada, siempre que no exista un horizonte freático de naturaleza temporal a nivel de superficie. En sollicitaciones de alguna importancia, el bulbo de presiones será referido normalmente al substrato.

Características mecánicas: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.

Empleo: Pueden constituir yacimientos granulares de importancia reducida, y son adecuados a tolerables para su empleo como préstamos.

COLUVIAL (C)

- Litología

Este grupo está constituido por coluviales de pie de ladera. Están integrados por cantos y bloques angulosos o redondeados de cuarcita, pizarra, arenisca y, en menor proporción, cuarzo. La matriz (entorno al 40%) está formada por arenas y limos arcillosos de tonos rojizos (FOTOS 12 y 13).

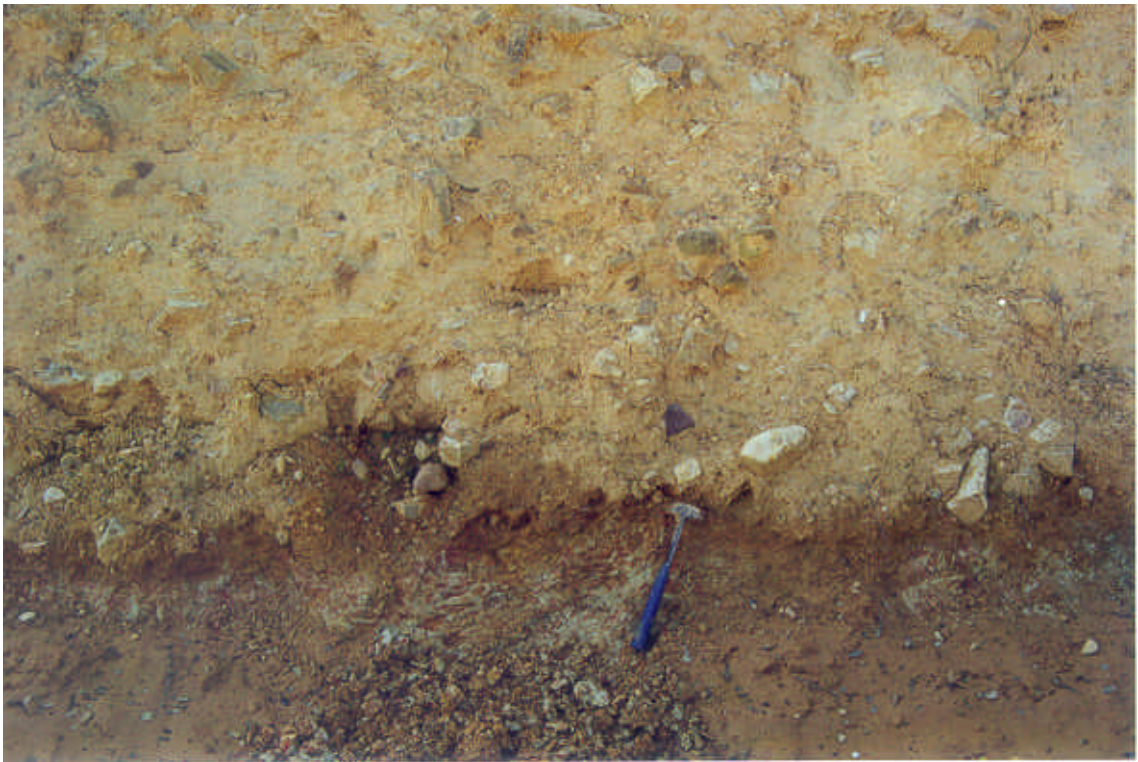
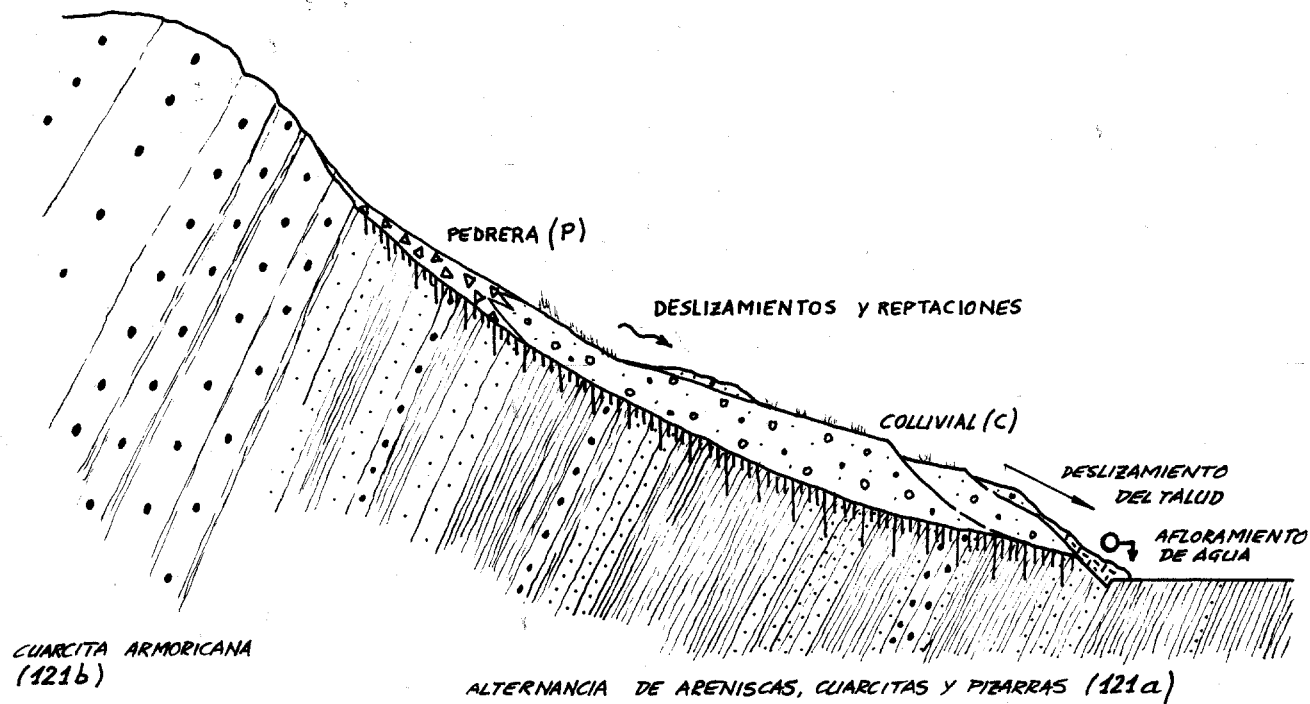


Foto n° 12. La línea de humedad marca el contacto entre los recubrimientos coluviales y el manto de alteración de la formación pelítica correspondiente al grupo litológico 010a. A través de esta superficie se producen los deslizamientos en el talud situado en el P.K. 9+000 de la carretera que conduce de La Puebla de Don Rodrigo a Agudo.



Foto nº 13. Deslizamientos en los taludes practicados en las masas coluviales que se extienden al pie de las sierras cuarcíticas, donde el agua infiltrada en las pedreras aflora por el pie de los desmontes. P.K. 4+800 de la carretera que conduce de Puebla de Don Rodrigo a Arroba de los Montes.

Bajo el coluvión puede existir un manto profundo de alteración meteórica, que llega a alcanzar 10 m de potencia, sobre los materiales metamórficos paleozoicos. Este horizonte es muy plástico. Por debajo de este nivel aparece un horizonte de tonos verdes y rojizos conformando un *pseudogley*, que se superpone a otro de tono mucho más rojizo y arcilloso. Esta alteración es particularmente importante en las zonas de falla y despegues entre capas, donde existen paquetes cuarcíticos y pizarrosos muy poco alterados, con áreas profundamente alteradas donde el reconocimiento de la roca madre es imposible. Localmente, estas áreas aparecen como un conjunto brechoide confundible con los materiales detríticos terciarios pertenecientes al grupo litológico 322.



FIGURA^o8. SOBRE LOS MATERIALES COLUVIALES QUE, DE FORMA GENERALIZADA, TAPIZAN LAS LADERAS DE LAS SIERRAS PALEOZOICAS, ES MUY PATENTE LA INESTABILIDAD FÓSIL, LATENTE Y ACTIVA. ESTOS PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS HAN SIDO FAVORECIDOS POR LA EXISTENCIA DE UN SUBSTRATO PIZARROSO PROFUNDAMENTE ALTERADO, QUE CONSTITUYE UN HORIZONTE CON ALTO CONTENIDO EN CAOLÍN. MUCHAS FORMAS PRESENTAN CARACTERÍSTICAS QUE SEMEJAN PROCESOS DE SOLIFLUXIÓN.

LOS TALUDES ARTIFICIALES, CON FRECUENCIA SE VEN AFECTADOS POR PROBLEMAS DE INESTABILIDAD. LOS DESGLIZAMIENTOS SE PRODUCEN A FAVOR DEL MANTO DE ALTERACIÓN PREEOCENO, POR LA PRESENCIA DE UN HORIZONTE FREÁTICO EN LA BASE DEL COLUVIÓN.

En estos niveles de alteración son frecuentes las rubefacciones, los niveles siderolíticos con neoformación de hematites y gohetita, las caolinizaciones y las carbonataciones. La dureza y compacidad de este grupo se estima muy baja.

La alterabilidad de este grupo se estima moderada-alta.

- Estructura

Este grupo conforma aureolas de coluviales, de pendientes suaves y tendidas, en áreas de ladera o vaguadas. Sobre estos terrenos se han observado estructuras deslizadas con formas de "media luna" con un origen combinado de deslizamientos rotacionales y traslacionales, junto con reptaciones tipo *creep*.

Se deposita con una pendiente subparalela a la inclinación de la ladera. Presenta una estructura en cuña o cuña-aureola, e interiormente la estructura es masiva. La potencia de este grupo se estima entre 0,5 m y 10 m.

En los mantos de alteración pueden llegar a reconocerse la estructura de la roca madre. Se estructura en horizontes de potencia métrica, y el espesor medio estimado para este grupo varía ampliamente, debido a sus condicionantes genéticos, entre 3 y 10 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Presentan pendientes naturales de hasta 35° al pie de los escarpes, y más tendidas, entre 8° y 12°, en las zonas más distales. La inestabilidad fósil, latente y activa sobre estos materiales que, de forma continua, tapizan las vertientes de las sierras paleozoicas, es muy patente (FOTO 14). La morfología desarrollada por los procesos geomorfológicos en el transcurso del Cuaternario describen una fenomenología, en clima periglacial, en la cual los movimientos gravitacionales han sido favorecidos por la existencia de un substrato pizarroso profundamente alterado, que constituye un horizonte con alto contenido en caolín, o bien un substrato roto y descompuesto por corrimientos entre estratos en laderas estructurales.



Foto nº 14. Sierra de Siruela. Bajo los escarpes cuarcíticos se extiende una banda de derrubios o pedreras (grupo litológico P), a cuyo pie se desarrollan amplios coluviales siempre afectados por procesos de inestabilidad.

Muchas de las formas observadas presentan características que semejan procesos de solifluxión.

En otros casos, el material de derrubio coluvial se sitúa sobre las formaciones terciarias de limos, arenas y fangos variolados, alimentados a su vez por el desmantelamiento del manto de alteración pre-eoceno, al inicio del Terciario. En estos casos también se observa una inestabilidad de vertiente asociada a estas situaciones.

En relación con el horizonte de alteración, se ha desarrollado a lo largo del Plio-Cuaternario toda una serie de procesos de inestabilidad de vertientes que de forma muy atenuada subsiste en la actualidad. De alguna forma, la gran mayoría de los grandes deslizamientos y corrimientos de ladera fósiles que afectan a potentes masas coluviales, a las series alternantes pizarroso-areniscosas y a la formación terciaria, tienen su origen en este manto de alteración.

Taludes artificiales: Los taludes excavados en los mantos de recubrimiento coluvial alcanzan normalmente alturas pequeñas, y cuando el talud adquiere dimensiones por encima de la normal potencia del coluvión (entre 0,5 y 10 m), este aparece conformando la montera del desmonte.

- Pendientes: En razón de su grado de compactación y composición granulométrica, normalmente abundante en cantos angulosos de cuarcita, las pendientes de los taludes pueden oscilar entre 1H:1V y 1,5H:1V.
- Problemas: Con frecuencia se ven afectados por problemas de inestabilidad cuando en el substrato de apoyo aparece la formación arcillosa que constituye el manto de alteración pre-eoceno, o la base del Terciario con características similares. Se observan deslizamientos favorecidos por la presencia de un horizonte freático en la base del coluvión, y erosiones por las aguas de escorrentía (FOTO 15).



Foto nº 15. Deslizamiento en un talud excavado en materiales coluviales que descansan sobre el manto de alteración del grupo litológico 010a. P.K. 9+000 de la carretera que conduce de La Puebla de Don Rodrigo a Agudo.

- Taludes recomendados: Los taludes de excavación que afecten a este grupo litológico deben diseñarse con una pendiente muy tendida. En general, las pendientes no deberán ser superiores a 1H:1V; valor que, en muchas ocasiones, resultará necesario rebajar dado la abundancia de áreas con inestabilidad fósil o latente que afectan a este grupo litológico. En estos casos, con un coluvial de composición muy arcillosa o que se apoya sobre un substrato que lo es, al igual que en el caso de que quedasen colgados en la coronación de los taludes, las pendientes aconsejables serán 1,5H:1V como máximo.

Adicionalmente, es aconsejable en estos materiales, revegetar los taludes para evitar erosiones y la consiguiente colmatación de las cunetas.

Hidrología: Superficialmente suele presentar un horizonte de lavado que faculta una buena infiltración por percolación de las aguas meteóricas al cuerpo del coluvión, que contiene en general una abundante matriz limo-arcillosa, con capacidad de retención importante. En general puede hablarse de una permeabilidad media moderada; en tanto que el manto de alteración presenta una clara naturaleza impermeable. La escurriencia superficial es favorable. Pueden originarse reblandecimientos del terreno si se acumula agua en las cunetas.

Capacidad portante: Este grupo litológico no debe considerarse nunca como una formación susceptible de soportar cargas de alguna entidad. Localmente, en áreas de coluvial potente, situado sobre un substrato paleozoico no alterado ni afectado por procesos de inestabilidad, podrá ser valorado positivamente para soporte de pequeñas solicitudes de carga.

Características mecánicas: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.

Empleo: Varían de inadecuados a tolerables como material de préstamo.

PEDRERAS (P)

- Litología

Este grupo está constituido por canchales de los relieves cuarcíticos, originados en diversas fases de configuración de las laderas a lo largo del Plio-Cuaternario. Están constituidos por cantos y bloques heterométricos y de naturaleza principalmente cuarcítica, con muy poca matriz arenosa y limosa. En mucha menor proporción pueden aparecer cantos de arenisca y pizarra. Los cantos y bloques son muy angulosos y su tamaño medio está comprendido entre los 20 y 30 cm (FOTO 16).



Foto nº 16. Explotación abandonada de áridos (YG-3) de la que se han extraído fragmentos de cuarcita de esta pedrera situada en el P.K. 9+500 de la carretera de La Puebla de Don Rodrigo a Arroba de los Montes.

- Estructura

Este grupo conforma canchales de pendientes moderadas y fuertes. Tienen una estructura cartográfica de "nevero". La potencia de este grupo se estima entre 0,5 y 5 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: En su mayor parte, estos materiales están fijados por la vegetación; no obstante, existen un lento movimiento superficial de bloques por acción de la gravedad.

Taludes artificiales: No han sido observados en esta Zona.

- Taludes recomendados: Los taludes de excavación que afecten a este grupo litológico deben diseñarse con una pendiente muy tendida. En general, las pendientes no deberán ser superiores a 1,5H:1V.

Hidrología: Permeabilidad muy alta por percolación.

Capacidad portante: Este grupo litológico no debe considerarse nunca como una formación susceptible de soportar cargas de alguna entidad.

Características mecánicas: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.

Empleo: Suelen constituir yacimientos granulares de reducidas dimensiones. Algunos de ellos han sido aprovechados en obras locales como fuente de áridos. No obstante, su explotación ha sido limitada por motivos medio-ambientales.

ZONAS ENDORREICAS (E)

- Litología

Son limos y arcillas grises con cantos poligénicos dispersos, procedentes de los relieves circundantes, y elevado contenido en materia orgánica.

La fracción arcillosa está compuesta principalmente por esmectitas y, en menor proporción, por illita y caolinita. Las lagunas desarrolladas sobre las superficies de raña presentan indicios de sulfatos, carbonatos, nitratos y otras sales. La compacidad de estos materiales es muy baja. Se trata de materiales muy blandos no consolidados. Presentan una alterabilidad muy alta.

- Estructura

Son formaciones de muy reducida extensión y se localizan, bien sobre la superficie de la raña, o bien sobre el meandro abandonado del río Guadiana al SE de Puebla de Don Rodrigo (FOTO 17). Se deben a encharcamientos temporales, en épocas de lluvias, de pequeñas zonas deprimidas; para lo que precisa de un substrato arcilloso impermeable. En el caso de la instalada sobre el meandro abandonado, su carácter no es tan estacional debido a que probablemente esté bajo la influencia del nivel freático.



Foto nº 17. Entre los PP.KK. 231+500 y 233+000, la carretera N-430 discurre por una amplia zona endorreica situada al SE de Puebla de Don Rodrigo, sobre un meandro abandonado en las terrazas fluviales del río Guadiana. Sobre la calzada se observan numerosos asentamientos provocados por la baja capacidad portante del cimiento.

- Geotecnia

Hidrología: Zonas endorreicas constituidas por materiales impermeables, que forman lagunas temporales o permanentes.

Capacidad portante: Materiales muy blandos incapaces de soportar ningún tipo de carga.

RAÑAS (350)

Este grupo se describe en la Zona 2, ya que en ella presenta un desarrollo más importante (Página 126).

CONGLOMERADOS, FANGOS EDAFIZADOS Y ARENAS (322)

Este grupo se describe en la Zona 2, ya que en ella presenta un desarrollo más importante (Página 130).

PIZARRAS, ARENISCAS Y CUARCITAS (143b)

- Litología

Se trata de pizarras limolíticas gris-verdosas con intercalaciones de niveles centimétricos de areniscas y cuarcitas. Petrográficamente, los términos arenosos son limolitas de granos angulosos de cuarzo, con abundante moscovita alterada y matriz de sericitacolorita (alrededor del 30 %), a veces con óxidos de hierro y otras con restos bioclásticos abundantes (25 %). El grado de alteración es moderado-alto, en superficie.

- Estructura

Este grupo litológico ocupa zonas de relieve deprimido, con perfiles suaves; muestra una estructura tableada, donde los materiales están fuertemente plegados y moderadamente fracturados. Constituye el núcleo del sinclinal de Herrera del Duque, ocupando el fondo del valle de los arroyos de Valmayor y Robledosa. La potencia aflorante se estima en unos 250 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Se han observado fenómenos de reptación de los suelos de alteración que recubren estos materiales, y deslizamientos profundos por socavación de los pies de las laderas.

Taludes artificiales: No se han observado taludes de desmontes en estos materiales en el Tramo estudiado.

- Taludes recomendados: La estabilidad de los taludes a adoptar estará condicionada por la estructura de la roca, la orientación de los planos de discontinuidad con respecto a la del talud, el grado de alteración y la intensidad de la fracturación. En los casos más favorables no se deberán adoptar pendientes superiores a 1H:1,5V; mientras que en los casos desfavorables las pendientes habrán de ser inferiores a 1H:1V. Aún así, no se impedirá la formación ocasional de cuñas y caídas de bloques de aquellos tramos mas fracturados. Siempre es aconsejable crear amplias cunetas al pie de los taludes.

Hidrología: Permeabilidad baja por fisuración, y muy baja por infiltración en zonas alteradas. Escorrentía superficial baja-moderada.

Capacidad portante: En apoyos superficiales o poco profundos a media ladera, se debe estimar como moderada, e incluso moderadamente baja. En áreas de profunda alteración y tectonicidad, o inmersas en fenómenos de inestabilidad de vertientes, las resistencias serán bajas. En profundidad, los valores serán generalmente altos, aunque podrán oscilar y descender a moderados en áreas próximas, como consecuencia de la fuerte tectonicidad de los materiales.

Características mecánicas: Ripable en su mayor parte, a marginal.

PIZARRAS, CUARCITAS Y ARENISCAS (143a)

- Litología

Se trata de una sucesión constituida en la base por 45 m de pizarras limolíticas verde oliva, con intercalaciones esporádicas centi-decimétricas de areniscas. A techo afloran 25 m de areniscas, areniscas cuarcíticas y cuarcitas blancas y pardas de grano fino a limolíticas, formadas por granos subangulosos de cuarzo y matriz cristalina (15%) de caolinita-clorita, frecuentemente en agregados nodulosos. Localmente se observan óxidos de hierro asociados a la matriz. El grado de alteración es moderado-alto en las pizarras, y débil en las areniscas y cuarcitas.

- Estructura

Este grupo litológico muestra una estructura tableada, donde las pizarras están finamente laminadas en secuencias milimétricas y los niveles detríticos tienen laminación interna. Los materiales están fuertemente plegados y moderadamente fracturados. El tramo superior, de areniscas y cuarcitas, marca un resalte en el terreno. El afloramiento de estos materiales se circunscribe al núcleo del sinclinal de Herrera del Duque. La potencia aproximada de este grupo es de unos 70 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Se han observado fenómenos de reptación de los suelos de alteración que recubren al tramo pizarroso.

Taludes artificiales: No se han observado taludes de desmontes en estos materiales en el Tramo estudiado.

- Taludes recomendados: La estabilidad de los taludes a adoptar estará condicionada por la estructura de la roca, la orientación de los planos de discontinuidad con respecto a la del talud, el grado de alteración y la intensidad de la fracturación. En los casos más favorables, en los tramos pizarrosos, no se deberán adoptar pendientes superiores a 1H:1,5V; mientras que en los casos

desfavorables las pendientes habrán de ser inferiores a 1H:1V. En los tramos más areniscosos y cuarcíticos, las pendientes pueden ser más fuertes, de 1H:2V para los casos de orientaciones estructurales favorables. Aún así, no se impedirá la formación ocasional de cuñas y caídas de bloques de aquellos tramos mas fracturados.

En estos casos, siempre es aconsejable crear amplias cunetas al pie de los taludes.

Hidrología: Permeabilidad media-baja por fisuración, y muy baja por infiltración en zonas alteradas. Escorrentía superficial moderada.

Capacidad portante: En apoyos superficiales o poco profundos a media ladera, se debe estimar como moderada, e incluso moderadamente baja. En áreas de profunda alteración y tectonicidad, o inmersas en fenómenos de inestabilidad de vertientes, las resistencias serán bajas. En profundidad, los valores serán generalmente altos, aunque podrán oscilar y descender a moderados en áreas próximas, como consecuencia de la fuerte tectonicidad de los materiales.

Características mecánicas: Ripable a marginal en los niveles más superficiales, alterados y fracturados, y en los tramos pizarrosos. No ripable a mayores profundidades en los tramos areniscosos y cuarcíticos.

PIZARRAS Y ARENISCAS (141e). CALIZAS (141c)

- Litología

Grupo litológico constituido por pizarras gris verdosas o parduzcas, laminadas, con intercalaciones de areniscas, de espesor centi-decimétrico, con frecuentes costras ferruginosas de espesor milimétrico a techo de algunas capas.

Las areniscas son de grano fino, con óxidos de hierro (15-30 %), provenientes de alteración de sideritas, y matriz muy fina de sericita-caolinita irregularmente impregnada por óxido de hierro.

Son también muy abundantes, sobre todo en la parte media del grupo, las intercalaciones de 10-20 cm de calizas microcristalinas, bioclásticas y recristalizadas grises, que alternan con areniscas calcáreas y pelitas. Cuando la entidad del afloramiento ha permitido su representación cartográfica, se ha diferenciado como grupo litológico 141c.

El grado de alteración es moderado-alto, en superficie.

- Estructura

Este grupo litológico ocupa zonas de relieve deprimido, con pendientes suaves. Las pizarras presentan un bandeo centimétrico y los niveles detríticos tienen laminación interna. Están fuertemente plegados y moderadamente fracturados. El afloramiento de estos materiales se circunscribe al núcleo del sinclinal de Herrera del Duque. Corresponde este grupo litológico a un conjunto de unos 80-100 m de potencia. El espesor de la intercalación calcárea (grupo 141c) es muy variable, de 4 a 25 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Se han observado fenómenos de reptación de los suelos de alteración que recubren estos materiales, y deslizamientos profundos por socavación de los pies de las laderas. En los tramos calcáreos se pueden presentar áreas karstificadas con rellenos arcillosos.

Taludes artificiales: No se han observado taludes de desmontes en estos materiales en el Tramo estudiado.

- Taludes recomendados: La estabilidad de los taludes a adoptar estará condicionada por la estructura de la roca, la orientación de los planos de discontinuidad con respecto a la del talud, el grado de alteración y la intensidad de la fracturación. En los casos más favorables no se deberán adoptar pendientes superiores a 1H:1,5V; mientras que en los casos desfavorables las pendientes habrán de ser inferiores a 1H:1V. Aún así, no se impedirá la formación ocasional de cuñas y caídas de bloques de aquellos tramos mas fracturados.

En el grupo litológico 141c se pueden aconsejar valores de 1H:2V.

Siempre es recomendable, en estos materiales, crear amplias cunetas al pie de los taludes.

Hidrología: Permeabilidad baja por fisuración, y muy baja por infiltración en zonas alteradas. En los tramos calcáreos la permeabilidad es alta por fisuración y karstificación. Escorrentía superficial baja-moderada.

Capacidad portante: En apoyos superficiales o poco profundos a media ladera, se debe estimar como moderada, e incluso moderadamente baja. En áreas de profunda alteración y tectonicidad, karstificadas, o inmersas en fenómenos de inestabilidad de vertientes, las resistencias serán bajas. En profundidad los valores serán generalmente altos, aunque podrán oscilar y descender a moderados en áreas próximas, como consecuencia de la fuerte tectonicidad de los materiales.

Características mecánicas: Ripable en su mayor parte, a marginal. No ripables los tramos calcáreos más potentes.

CUARCITAS (141d)

- Litología

Son cuarcitas blanquecinas, de compacidad y dureza muy elevadas, y débilmente meteorizadas.

- Estructura

Morfológicamente se presenta como un resalte en el terreno. La estructura es tabular, con intenso plegamiento y alto grado de fracturación. Se localizan en el núcleo del sinclinal de Herrera del Duque. Constituye un nivel poco potente, de 2 a 5 m, que aparece a techo del grupo litológico 141b.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Se observan pequeños desprendimientos de bloques por descalce, y allí donde la fracturación es más intensa.

Taludes artificiales:

- Pendientes: Los taludes observados son de pequeña altura y pendientes subverticales.
- Problemas: En general mantienen una buena estabilidad, con caídas ocasionales de bloques y formación de cuñas.
- Taludes recomendados: Salvo en las áreas donde este grupo aparezca fuertemente tectonizado, las pendientes de los taludes se pueden diseñar subverticales; especialmente si se excavan más o menos perpendiculares a la dirección de las capas. La fuerte inclinación que suelen presentar los planos de estratificación favorece también el diseño de taludes con elevadas pendientes incluso cuando las capas sean cortadas oblicuamente.

Quando los taludes coincidan en orientación con los de las superficies de estratificación, y el buzamiento de las mismas sea hacia la calzada, se deberán adoptar para los taludes pendientes menores que el buzamiento de las capas.

Hidrología: Materiales con elevada permeabilidad, sólo por fisuración.

Capacidad portante: La mayor parte de los materiales de este grupo litológico presenta una capacidad portante muy alta. Circunstantialmente, en áreas de alta tectonicidad y alteración, las características resistentes pueden descender a moderadas.

Características mecánicas: Grupo no ripable.

Empleo: Los materiales de este grupo son útiles para su empleo como áridos.

PIZARRAS, ARENISCAS Y CALIZAS (141b)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por pizarras limolíticas laminadas, gris verdosas, con intercalaciones de areniscas, que pueden ser lenticulares o extensas lateralmente, de espesor centi-decimétrico. Esporádicamente se localizan tramos carbonatados que cuando alcanzan mayor desarrollo han sido diferenciados en la cartografía como grupo litológico 141c.

Petrográficamente, los tramos detríticos son cuarcitas limolíticas formadas por granos subredondeados de cuarzo, con óxidos de hierro de carácter detrítico (10-20%), con matriz sericítica (desde trazas hasta el 20%) y cemento de cuarzo.

El grado de alteración es moderado-alto, en superficie.

- Estructura

Este grupo litológico ocupa zonas de relieve deprimido. Las pizarras y areniscas se muestran laminadas interiormente; están fuertemente plegados y moderadamente fracturados. Se localizan en el núcleo del sinclinal de Herrera del Duque. Se trata de un grupo de unos 60 m de potencia.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Se han observado fenómenos de reptación de los suelos de alteración que recubren estos materiales, y deslizamientos fósiles de moderadas dimensiones. En los tramos calcáreos se pueden presentar áreas karstificadas con rellenos arcillosos.

Taludes artificiales: No se han observado taludes de desmontes en estos materiales en el Tramo estudiado.

- Taludes recomendados: La estabilidad de los taludes a adoptar estará condicionada por la estructura de la roca, la orientación de los planos de discontinuidad con respecto a la del talud, el grado de alteración y la intensidad de la fracturación. En los casos más favorables no se deberán adoptar pendientes superiores a 1H:1,5V; mientras que en los casos desfavorables las pendientes habrán de ser inferiores a 1H:1V. Aún así, no se impedirá la formación ocasional de cuñas y caídas de bloques de aquellos tramos más fracturados.

En los tramos calcáreos se pueden aconsejar valores de 1H:2V.

Siempre es recomendable, en estos materiales, crear amplias cunetas al pie de los taludes.

Hidrología: Permeabilidad baja por fisuración, y muy baja por infiltración en zonas alteradas. En los tramos calcáreos la permeabilidad es alta por fisuración y karstificación. Escorrentía superficial baja-moderada.

Capacidad portante: En apoyos superficiales o poco profundos a media ladera, se debe estimar como moderada, e incluso moderadamente baja. En áreas de profunda alteración y tectonicidad, karstificadas, o inmersas en fenómenos de inestabilidad de vertientes, las resistencias serán bajas. En profundidad los valores serán generalmente altos, aunque podrán oscilar y descender a moderados en áreas próximas, como consecuencia de la fuerte tectonicidad de los materiales.

Características mecánicas: Ripable en su mayor parte, a marginal.

CUARCITAS Y ARENISCAS (141a)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por cuarcitas y areniscas ferruginosas, en capas decimétricas, con intercalaciones de pizarras y niveles lenticulares de areniscas. Son frecuentes las costras ferruginosas.

Petrográficamente son arenitas de grano medio subanguloso-subredondeado de cuarzo, con una fracción irregular de matriz sericítica (desde trazas hasta 15 %) y cemento de óxidos de hierro (15-50 %).

El grado de alteración es débil a moderado.

- Estructura

Presenta una estructura tabular. El plegamiento es intenso y el grado de fracturación es elevado y muy variable, dependiendo de la cercanía a accidentes tectónicos de primer orden. Aflora exclusivamente en el núcleo del sinclinal de Herrera del Duque, en donde constituye un débil resalte estructural. Presenta frecuentes cambios de espesor, fundamentalmente debidos al paso lateral a facies arenosas. Este grupo constituye un paquete de unos 20 m de potencia.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Se observan pequeños desprendimientos de bloques por descalce, y allí donde la fracturación es más intensa.

Taludes artificiales:

- Pendientes: Los taludes observados son pocos y de alturas bajas. Es frecuente que estos estén excavados con direcciones perpendiculares a la estratificación, con pendientes subverticales.
- Problemas: Los problemas son pequeños desprendimientos de bloques y cuñas.
- Taludes recomendados: En taludes con una orientación similar al rumbo de las capas, y cuando el buzamiento de estas es desfavorable, debe tenderse la pendiente de aquellos hasta que su inclinación sea menor que la presentada por la estratificación. Cuando se trate de orientaciones oblicuas o transversales a las estructuras, las pendientes estarán condicionadas a las combinaciones geométricas de los planos de discontinuidad. En situaciones favorables pueden adoptarse pendientes de 1H:2V.

Pueden darse, localmente, situaciones de intensa tectonización y/o alteración de la roca, que haga disminuir sus características geomecánicas.

Hidrología: Materiales con elevada permeabilidad, sólo por fisuración.

Capacidad portante: Se trata de materiales de alta a muy alta resistencia; no obstante, en zonas de media ladera con pendientes estructurales, las condiciones resistentes del terreno serán como mucho moderadas, para solicitudes de alguna intensidad a niveles superficiales o poco profundos.

Características mecánicas: Salvo en áreas intensamente tectonizadas o alteradas, donde puede llegar a ser ripable, el conjunto del grupo se considera no ripable.

CUARCITAS (131)

- Litología

Este grupo litológico puede estar constituido por un sólo banco de cuarcita muy homogénea, sobre el que yacen areniscas finas limolíticas y pizarras, o por dos bancos cuarcíticos entre los que incluye pizarras y una alternancia de pizarras y areniscas. En otras ocasiones se trata de varias barras cuarcíticas dentro de una unidad areniscosa.

Petrográficamente son arenitas formadas por granos subangulosos-subredondeados de cuarzo fino, con óxidos de hierro de carácter detrítico (5 %), de distribución irregular y matriz sericítica (10 %). Como accesorios se han reconocido circón, turmalina y moscovita.

La compacidad es alta y su dureza muy alta. El grado de alteración, débil.

- Estructura

Los bancos de cuarcita se forman por superposición de capas decimétricas. Da lugar a barras rocosas que originan importantes resaltes topográficos entre las ampelitas (grupo 130) y pelitas (grupo 123b) supra e infrayacentes. Los afloramientos de este grupo litológico están circunscritos a la estructura sinclinal de Herrera del Duque. El plegamiento de este grupo se considera moderado y su fracturación de moderada a alta. Es un grupo litológico que presenta notables variaciones de potencia. Puede aparecer un único banco de 20-22 m de espesor, o varias barras cuarcíticas alternantes con otras litologías, y totalizando más de 60 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: No se han observado problemas de estabilidad importantes

Taludes artificiales:

- Pendientes: Los taludes observados son pocos y de alturas bajas. Es frecuente que estos estén excavados con direcciones perpendiculares a la estratificación, con pendientes subverticales.
- Problemas: Los problemas son pequeños desprendimientos de bloques y cuñas.
- Taludes recomendados: El diseño de los taludes que pudieran excavarse en los materiales de este grupo deberán estar condicionados por la geometría de las discontinuidades estructurales de la roca. En principio, con estratos cortados muy

perpendicularmente a la dirección de la estratificación o con buzamientos contrapendiente, que podemos considerar condiciones favorables a la estabilidad, no deberían sobrepasarse valores del tipo 1H:2V. En cortes sesgados a la dirección de las capas y con buzamientos fuertes hacia la calzada, es aconsejable no rebasar la pendiente 1H:1,5V.

Hidrología: Materiales permeables por fisuración.

Capacidad portante: Los materiales constitutivos de este grupo litológico deben considerarse, en general, como un cimentado con alta y muy alta resistencia. No obstante, en los límites de este grupo a techo y muro, en el tránsito a las formaciones pizarrosas que lo enmarcan, las condiciones resistentes en apoyos superficiales a media ladera pueden ser localmente moderadas.

Características mecánicas: Grupo no ripable en general

Empleo: Material apto para su empleo como árido y la formación se considera cantera-ble.

PIZARRAS AMPELITICAS (130)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por pizarras negras con abundante contenido en materia orgánica (ampelitas) y pirita, con finas pasadas arenosas centi-decimétricas, de escasa continuidad lateral, intercaladas preferentemente en la parte media y alta del grupo. Son muy frecuentes los niveles milimétricos de óxidos de hierro procedentes de las piritas, generalmente asociados al techo de los niveles más arenosos.

Petrográficamente los niveles más detríticos son limolitas formadas por granos subangulosos de cuarzo, con moscovita y biotita cloritizada, óxidos de hierro de carácter detrítico (10 %) y matriz sericítica (10-25 %), con circón, turmalina, rutilo y opacos como accesorios. Son frecuentes los microbandedados entre limolitas y finas pasadas más lutíticas y/o ferruginosas.

La dureza es baja, y la compacidad muy alta. El grado de alteración es moderado.

- Estructura

En los tramos pizarrosos se observa una laminación interna muy fina. El grado de fracturación e intensidad del plegamiento son muy altos. El espesor de este grupo litológico es de unos 100-150 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Se observa cierta inestabilidad, por reptación, del recubrimiento más superficial de la roca y zona de alteración.

Taludes artificiales: No se han observado desmontes que afecten a este grupo litológico en el Tramo estudiado.

- Taludes recomendados: Se considera que pendientes por encima del 1H:1,5V pueden dar problemas de estabilidad por vuelcos y corrimientos, a poco que las condiciones estructurales sean desfavorables.

Hidrología: Permeabilidad muy baja, por fisuración. Escorrentía superficial dificultosa.

Capacidad portante: En apoyos superficiales o poco profundos, a media ladera, se pueden esperar comportamientos resistentes medios y medios-bajos. A mayor profundidad se encontrarán respuestas altas o moderadamente altas a solicitudes de carga.

Características mecánicas: Se considera que es un grupo ripable por medios mecánicos normales.

GRAUVACAS Y PELITAS (123b)

- Litología

Este grupo litológico consta de grauvacas con cantos cuarcíticos dispersos y pelitas con fragmentos de cuarcitas. Se trata de una sucesión de niveles lutíticos que contienen fragmentos ocasionales de cuarcitas que, a veces, presentan una cierta continuidad lateral, presentándose deformados y formando *slumps*. Es frecuente la presencia de niveles milimétricos con concentración de óxidos de hierro.

Petrográficamente, las lutitas presentan matriz sericítica irregularmente impregnada por óxidos de hierro (10-50 %), moscovita en finas láminas (5 %) y granos de arena fina-media de cuarzo (10 %) de tendencia subredondeada. Como accesorios aparecen biotita y turmalina.

Los niveles de grauvacas son arenitas de grano fino, subangulosas, con algún grano de tamaño grueso subredondeado de cuarzo, con matriz abundante de sericita (35 %), con moscovita fina (95 %) y leve impregnación de óxidos de hierro. Como accesorios aparecen circón, rutilo y opacos.

La dureza y compacidad son altas, y suelen aparecer moderada a débilmente meteorizados.

- Estructura

Son materiales con una estructura tableada, con los planos de esquistosidad muy marcados. La intensidad del plegamiento y el grado de fracturación son altos. Este grupo litológico presenta importantes variaciones de potencia, incluso desaparición y cambios laterales de facies. La potencia máxima puede llegar a ser de 90 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: No se han observado signos que hagan pensar en una problemática característica de este grupo.

Taludes artificiales: No se han observado desmontes significativos a lo largo del Tramo de estudio.

- Taludes recomendados: Pendientes superiores a 1H:1,5V crearán frecuentes e importantes problemas de estabilidad, principalmente en aquellos casos donde las discontinuidades se muestren desfavorables. Al igual que ocurre con el resto de los grupos litológicos paleozoicos, serán necesarios estudios detallados de la estructura para el diseño correcto de los taludes.

Hidrología: Permeabilidad moderada, por fisuración.

Capacidad portante: Se estima alta en general, aunque en apoyos superficiales o poco profundos a media ladera, la capacidad soporte debe considerarse sólo como moderada.

Características mecánicas: Ripabilidad marginal. Son ripables en alta proporción los primeros metros (3 a 5 m) del perfil del terreno, más afectados por la meteorización.

PIZARRAS (123a)

- Litología

Grupo litológico constituido por un tramo inferior de pizarras muy homogéneas, y un tramo superior, también pizarroso, pero con intercalaciones de arenisca y cuarcitas.

El tramo inferior, de 110 m de potencia, está constituido por pizarras limolíticas y micáceas grises y negras, que por alteración dan tonos verdosos. Se han detectado nódulos calcáreos en la base.

El tramo superior, de aproximadamente 100 m de potencia, está constituido por una alternancia irregular de capas decimétricas de pizarras limolíticas grises, areniscas cuarcíticas lajeadas, micáceas y cuarcíticas. Presentan una compacidad y dureza altas. La alterabilidad de este grupo es moderada-alta.

- Estructura

Este grupo conforma, morfológicamente, vertientes y pies de ladera, y está circunscrito al núcleo del sinclinal de Herrera del Duque y al de Puebla de Don Rodrigo. El grado de fracturación es moderado a alto. La potencia máxima estimada para este grupo litológico es de 210 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: En las laderas se observan algunas estructuras superficiales debidas a corrimiento de capas en pendientes de tipo estructural, o vuelco de estratos en capas con buzamientos contrapendiente.

Taludes artificiales: No se han observado taludes de excavación en este grupo litológico dentro del Tramo de estudio.

- Taludes recomendados: Como en todo el resto del paleozoico, el diseño de taludes deberá estar muy condicionado a las interrelaciones entre la geometría del trazado y la de las discontinuidades estructurales del grupo. En general, se puede aconsejar que, en secciones perpendiculares al rumbo de las capas o con buzamientos contratalud, no se supere el 1H:1,5V, y el 1,5H:1V para los casos muy desfavorables.

Hidrología: Permeable sólo por fisuración.

Capacidad portante: Las condiciones resistentes de los materiales de este grupo litológico, cuando no están alterados, deben considerarse altas en general. No obstante, en apoyos superficiales a media ladera, la capacidad portante del terreno puede estar debilitada por roturas de gravedad en la ladera, por corrimiento entre capas y vuelco de estratos.

Características mecánicas: Grupo considerado con ripabilidad marginal en alta proporción bajo los primeros metros alterados o descompuestos más superficiales.

PIZARRAS, ARENISCAS MICACEAS Y CUARCITAS (122d)

- Litología

Este grupo litológico está compuesto por pizarras limolíticas y arenosas, pizarras amipelíticas, areniscas cuarcíticas y cuarcitas alternantes en capas de orden decimétrico (FOTO 18).



Foto nº 18. Alternancia de pizarras ampelíticas, areniscas micáceas y cuarcitas (grupo litológico 122d) en un desmonte de reciente construcción en la carretera que une la N-430 con Agudo (variante de la N-502). Próximo al P.K. 203+000 de la CN-430.

Petrográficamente son cuarcitas finas, limolíticas, compuestas por granos subangulosos de cuarzo, plagioclasas alteradas (10 %), láminas de moscovita y biotita muy cloritizada, y óxidos de hierro de carácter detrítico (10-15 %). Presentan matriz clorítica (10-15 %) y desarrollo de cemento de cuarzo.

La compacidad es muy alta y la dureza es moderada en los tramos pizarrosos y alta en el resto. Las pizarras ampelíticas se alteran muy fácilmente por meteorización.

- Estructura

Constituye un tránsito gradual a las cuarcitas pertenecientes al grupo litológico 120b. Este grupo conforma, morfológicamente, vertientes y pies de ladera, y están circunscritas al núcleo del sinclinal de Herrera del Duque y al de Puebla de Don Rodrigo. El grado de fracturación es moderado a alto. La alterabilidad de este grupo es moderada-alta. Pizarras y areniscas presentan laminación interna. Su potencia se sitúa alrededor de 120 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Las laderas muestran pendientes de unos 30°. En ellas se han observado deslizamientos superficiales de menor importancia.

Taludes artificiales:

- Pendientes: Se ha observado un talud de 20 m de altura con una pendiente de 50° y dos bermas intermedias.
- Problemas: La erosión diferencial de los niveles de pizarras ampelíticas deja descalzadas las capas de areniscas y cuarcitas, más competentes, y provoca la caída de bloques de tamaño pequeño y mediano. También se forman cuñas por la combinación de discontinuidades.
- Taludes recomendados: Como en todo el resto del paleozoico, el diseño de taludes deberá estar muy condicionado a las interrelaciones entre la geometría del trazado y la de las discontinuidades estructurales del grupo. En general, se puede aconsejar que, en secciones perpendiculares al rumbo de las capas o con buzamientos contratalud, no se supere el 1H:1,5V, y el 1,5H:1V para los casos muy desfavorables.

Hidrología: Permeable sólo por fisuración.

Capacidad portante: Las condiciones resistentes de los materiales de este grupo litológico, cuando no están alterados, deben considerarse altas en general. No obstante, en apoyos superficiales a media ladera, la capacidad portante del terreno puede estar debilitada por roturas de gravedad en la ladera, por corrimiento entre capas y vuelco de estratos.

Características mecánicas: Grupo considerado con ripabilidad marginal en alta proporción bajo los primeros metros alterados o descompuestos más superficiales. El 20 % del total es no ripable.

ARENISCAS MICACEAS, CUARCITAS Y PIZARRAS (122c)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por una alternancia irregular de capas decimétricas y, ocasionalmente, centimétricas, de pizarras limolíticas grises y areniscas cuarcíticas de grano fino a limolíticas, más o menos micáceas. Presentan tonalidades grises y verdosas en corte alterado (FOTO 19).

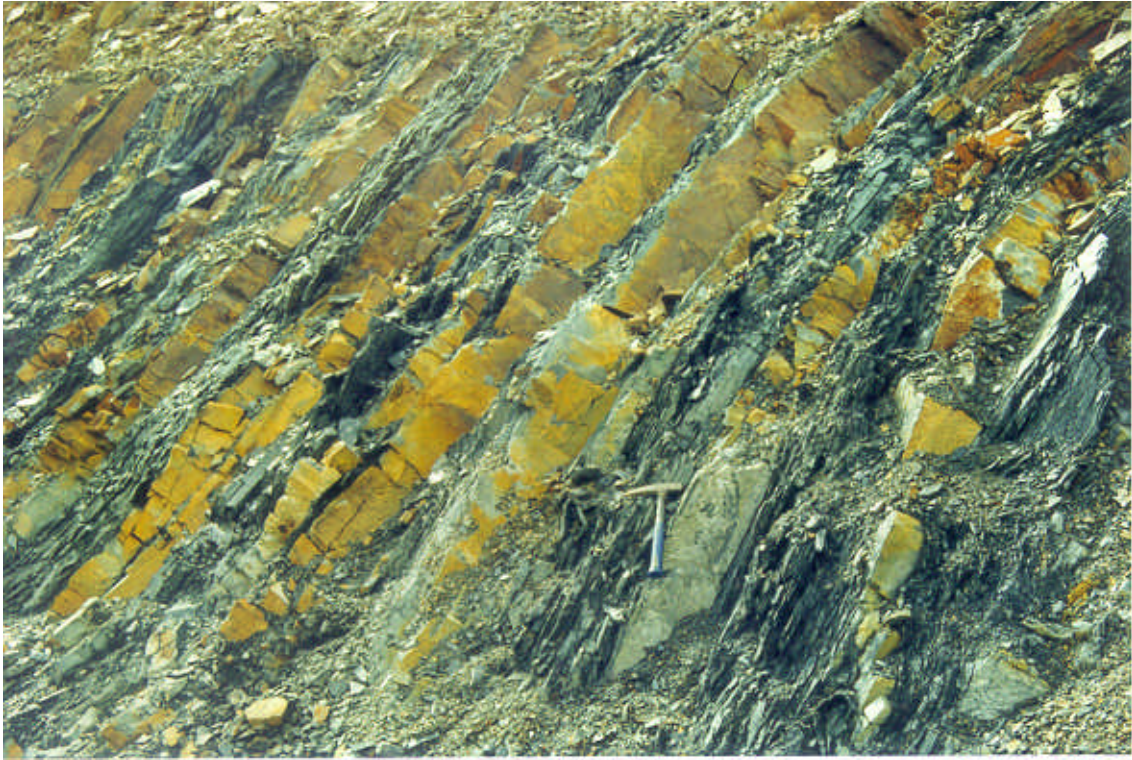


Foto nº 19. Alternancias rítmicas de pizarras limolíticas y areniscas pertenecientes al grupo litológico 122c.

Las areniscas y cuarcitas poseen granos angulosos de cuarzo, abundantes micas, como la moscovita, biotita y clorita, que se encuentran entre el 5 y el 10 %, un 10 % de óxidos de hierro de alteración de siderita. La matriz es clorítica y representa el 20-25 % del total de la roca.

La compacidad es moderada-alta y la dureza alta. El grado de alteración es moderado-bajo en los niveles cuarcíticos, y moderado-alto en las pizarras.

- Estructura

El plegamiento de este grupo es moderado y el grado de fracturación moderado-alto, afectado por fracturas NE-SO y NO-SE. Se presenta débilmente meteorizado. La potencia aproximada de este grupo litológico se estima entre 125 y 150 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: No se han observado problemas de estabilidad importantes. Las pendientes naturales son 20° a 30° a favor del buzamiento, y de 50° cuando lo son en contra.

Taludes artificiales:

- Pendientes: Se han observado taludes de alturas medias (10 a 15 m) con pendientes de 45° y una berma intermedia (FOTO 20).



Foto nº 20. Desmonte practicado en las pizarras y areniscas del grupo litológico 122c en la variante a la carretera N-502. Próximo al P.K. 202+000 de la carretera N-430.

- Problemas: La facilidad con la que suelen descomponerse los estratos de pizarra, junto con el alto grado de fracturación de la roca, propician la formación de desprendimientos, desplomes y deslizamientos de cuñas.
- Taludes recomendados: La orientación del plano del talud con respecto a la geometría de los planos de estratificación y de las discontinuidades tectónicas principales, debe determinar normalmente el perfil del talud de excavación. No obstante, se estima aconsejable no dar a estos terrenos pendientes superiores a 1H:1V, con carácter general en taludes medios, haciendo constar que en muchas ocasiones las condiciones estructurales aconsejarán taludes más tendidos. En taludes pequeños se pueden excavar taludes fuertes y dejar que evolucionen siempre que exista una amplia cuneta al pie del talud.

Hidrología: Grupo con permeabilidad baja, posible sólo a través de superficies de discontinuidad tectónica o estratigráfica. Escorrentía superficial favorable.

Capacidad portante: Las condiciones resistentes del terreno ante cargas superficiales a media ladera deben estimarse moderadas. Existe la posibilidad, en esas condiciones, de que se produzcan asentamientos diferenciales de reducida magnitud.

Características mecánicas: Los materiales de este grupo, al menos en los primeros metros más superficiales, son ripables en alto porcentaje; el resto (50%) presentará una ripabilidad marginal o no será ripable.

TUFITAS (122b)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por tufitas volcánicas en bancos de espesor métrico y decamétrico, concordantes con la estratificación. Están constituidas por areniscas cuarcíticas con fragmentos de rocas volcánicas. Dentro del paquete volcánico es frecuente encontrar intercalaciones de naturaleza pizarrosa que suelen incluir en su interior material de tipo piroclástico. Se han detectado algunos niveles de alteración hidrotermal o pneumatolítica, que presentan en su interior minerales como azufre, yeso y otros sulfatos. La compactidad y dureza se estiman muy altas. En términos generales, presenta una alterabilidad muy baja, si se exceptúan los niveles que contienen sales (FOTO 21).



Foto nº 21. Aspectos de las tufitas (grupo litológico 122b) intercaladas entre pizarras y areniscas del grupo litológico 122a. P.K. 239+300 de la carretera N-430.

- Estructura

Estratigráficamente se sitúa dentro del grupo litológico 122a. Estructuralmente está ubicado exclusivamente dentro del sinclinal de La Puebla de Don Rodrigo. Los mejores afloramientos están entre el kilómetro 242 y 244 de la Carretera Nacional 430 Badajoz-Ciudad Real. En conjunto posee una estructura lantejonar, se encuentra fuertemente plegado y fracturado. El buzamiento de las capas es subvertical. La potencia aproximada de este grupo litológico se estima entre 75 y 200 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Solamente se han observado desprendimientos de bloques en las laderas donde afloran.

Taludes artificiales: El talud observado es de 10 m de altura, y se excava perpendicularmente a las capas de esta formación.

- Pendientes: 75°

- Problemas: Los estratos duros y competentes de los materiales volcánicos resisten bien las pendientes fuertes adoptadas. Se forman desprendimientos y deslizamientos de cuñas de escasa entidad. Los paquetes más pizarrosos sufren una degradación más rápida.

- Taludes recomendados: En direcciones de excavación que formen un ángulo superior a los 45° con el rumbo de las capas, los taludes aconsejables pueden adoptar el valor 1H:3V; que también será válido para taludes con capas a contrapendiente.

Hidrología: Materiales sólo permeables por fisuración. Conjunto poco permeable en general.

Capacidad portante: Los materiales de este grupo, especialmente los horizontes de estratos potentes volcánicos, poseen una capacidad resistente muy elevada, en tanto que los de naturaleza pizarrosa sólo tienen una respuesta moderada en apoyos superficiales a media ladera. La posible presencia de sales solubles en algunas capas pizarrosas, aconseja la realización de estudios que permitan la detección de estos elementos, por sus implicaciones geotécnicas y los problemas de agresividad.

Características mecánicas: Grupo no ripable.

Empleo: Material útil como árido, pero dado la reducida extensión de sus afloramientos, no se considera viable la explotación de los mismos.

PIZARRAS (122a)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por pizarras y pizarras ampelíticas, pardo negruzcas en corte fresco, y de tonos verdosos y rojizos el horizonte de alteración. Se trata de pizarras microcristalinas de sericita y clorita con una cantidad muy variable, dependiendo de los tramos, de limo fino de cuarzo y micas. Se trata, en su conjunto, de una serie bastante homogénea litológicamente. Presentan una compacidad alta, y dureza moderada. El grado de alteración es muy alto, en especial bajo el contacto con las unidades cenozoicas. Localmente, como producto de la alteración de este grupo, puede transformarse en una arcilla muy plástica de tonos rojos vinosos (FOTO 22).

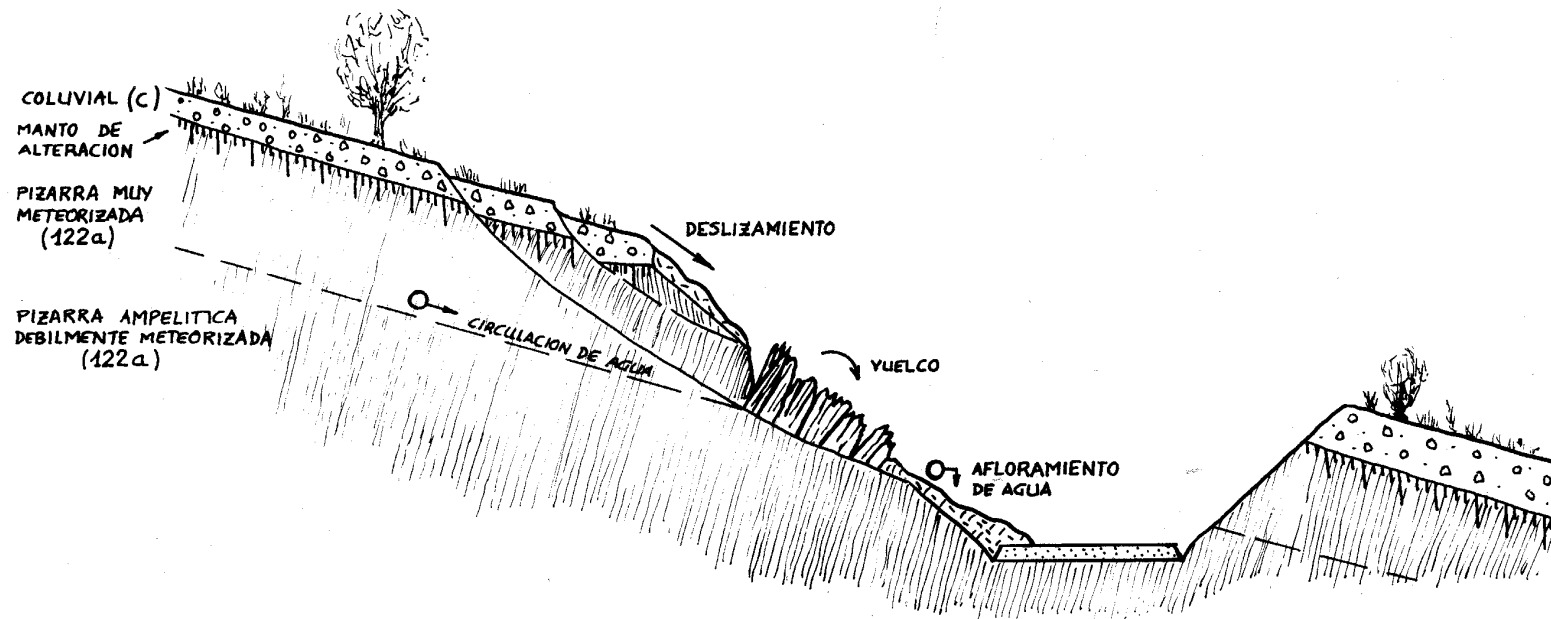


Foto nº 22. Aspecto que presentan las pizarras del grupo litológico 122a en el P.K. 3+500 de la carretera que conduce de Puebla de Don Rodrigo a Arroba de los Montes.

Presentan intercalaciones de areniscas y cuarcitas, ricas en óxidos de hierro hacia la base de este grupo. Estos niveles detríticos son de grano fino, subredondeados y subangulosos, y están formados mayoritariamente por cuarzo, y en menor proporción por fragmentos de roca volcánica alterada a cloritas y óxidos de hierro. Suele estar muy cubierto por coluviales y mantos de alteración, o por otros diversos depósitos cuaternarios, como glaciares y terrazas. En la zona oriental del Tramo, en las cercanías de Puebla de Don Rodrigo, aparecen intercalaciones de rocas volcánicas (tufitas), que cuando tienen unas dimensiones cartografiables, se han diferenciado como grupo litológico 122b.

- Estructura

Da lugar a áreas deprimidas y a relieves muy suaves. Cartográficamente, se localiza en las estructuras sinclinales de Herrera del Duque y Puebla de Don Rodrigo, con una amplia extensión. Las pizarras presentan una esquistosidad hercínica muy penetrativa, que enmascara las superficies de estratificación. El grado de plegamiento es intenso en todo el grupo, y se han detectado numerosas fallas inversas y planos de cabalgamiento en el interior de este grupo. La potencia aproximada de este grupo litológico es de unos 500 m.



FIGURA° 9. LA ORIENTACIÓN DE LOS PLANOS DE ESQUISTOSIDAD DEL GRUPO LITOLÓGICO 122A FAVORECE LA FORMACIÓN DE INESTABILIDADES EN LOS TALUDES DE EXCAVACIÓN POR VUELCO. ESTOS PROCESOS ORIGINAN EL DESLIZAMIENTO DE MURAS DE TIERRA Y ROCA QUE SE ENCUENTRAN POR ENCIMA.

ESTOS FENÓMENOS SE VEN ACTIVADOS POR LA ACCIÓN DEL AGUA, QUE SE INFILTRA A TRAVÉS DE LOS RECUBRIMIENTOS COLUVIALES Y TRAMOS SUPERFICIALES DE PIZARRAS MÁS METEORIZADAS Y DESCOMPRIMIDAS, HASTA ALCANZAR UN NIVEL IMPERMEABLE CONSTITUIDO POR PIZARRAS AMPELÍTICAS DÉBILMENTE METEORIZADAS, QUE ACTÚAN COMO SUPERFICIE DE DESPEGUE DE ESTOS DESLIZAMIENTOS. ESTA SUPERFICIE SUELE MOSTRARSE SATURADA, AFLORANDO AGUA EN LOS TALUDES A FAVOR DE ELLA.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Las laderas muestran pendientes de unos 24° . Las áreas ocupadas por los materiales de este grupo corresponden a zonas deprimidas y fondos de valles, debido a la labilidad de las pizarras; casi siempre recubiertos por un manto de alteración profundo. Por otra parte, los movimientos gravitacionales de ladera son relativamente frecuentes cuando estos materiales soportan algún grupo litológico que pueda crear un acuífero colgado sobre las pizarras; normalmente los materiales detríticos del Terciario y Cuaternario.

Taludes artificiales: Se trata de desmontes bajos o medios que, por lo general, no superan los 10 m de altura.

- Pendientes: Suele oscilar entre el 1H:2V y el 1H:1,5V, y más raramente el 1H:1V.
- Problemas: El deterioro de estos taludes está muy relacionado con el grado de alteración de la roca y, muy especialmente, con la existencia de formaciones suprayacentes que constituyan acuíferos, como pueden ser los depósitos de raña o coluviones potentes. En estos casos es normal que las pizarras se vean afectadas por deslizamientos; y en otros casos reactivaciones de movimientos fósiles o latentes. En cualquier caso es normal encontrar en los primeros metros del terreno, en superficies a media ladera, y aunque sean poco pronunciadas, fenómenos de vuelco de estratos y reptación de los recubrimientos superficiales (FOTOS 23, 24 y 25).



Foto nº 23. Entre el P.K. 195+000 y el P.K. 197+000, las obras de ampliación y mejora de la carretera N-430 se han visto afectadas por numerosas roturas de los taludes, que, en algún caso, han obligado a retaluzar a 30º un desmonte diseñado en principio con taludes 1H:1V. Son las pizarras del grupo litológico 122a.



Foto nº 24. Rotura de un talud por vuelco de los planos de esquistosidad a favor del contacto con las pizarras ampelíticas. P.K. 195+000 a P.K. 197+000 de las obras de ampliación y mejora de la carretera N-430.



Foto nº 25. Rotura de un talud por vuelco de los planos de esquistosidad a favor del contacto con las pizarras ampelíticas. P.K. 195+000 a P.K. 197+000 de las obras de ampliación y mejora de la carretera N-430.

En taludes practicados en rocas moderada a débilmente meteorizadas, se observan problemas relacionados con deslizamientos a través de los planos de discontinuidad (FOTOS 26 y 27).



Foto nº 26. Deslizamientos planares a favor de superficies de esquistosidad y fallas en un talud excavado en las pizarras del grupo litológico 122a, en el P.K. 2+800 de la carretera de Puebla de Don Rodrigo a Arroba de los Montes.



Foto nº 27. Rotura del talud por la formación de cuñas al combinarse diferentes planos de discontinuidad, favorecido por la tectonización y alto grado de las pizarras del grupo litológico 122a. P.K. 238+500 de la carretera N-430.

- Taludes recomendados: Las pendientes estarán principalmente condicionadas al grado de meteorización de la roca y a la presencia de niveles de pizarras ampelíticas, muy proclives a la alteración.

Siempre que las pizarras estén desprovistas de recubrimientos potentes de formaciones permeables que puedan dar lugar a acuíferos colgados, las pendientes aconsejables pueden oscilar entre 1H:1,5V y 1H:1V para las áreas con mayor alteración, y 1H:2V para las pizarras poco alteradas.

Circunstancialmente, si la estructura local es desfavorable (alta tectonicidad, alteración profunda, roturas de ladera fósiles o latentes), requerirá taludes de orden 1,5H:1V o incluso más tendidos; o bien adoptar medidas de contención.

En las áreas en las que afloran algunos tramos constituidos por alternancias de pizarras y areniscas tableadas, los taludes estarán muy condicionados por la disposición de las capas; y las pendientes a adoptar podrán oscilar entre 1H:2V y 1H:1V, aunque lo aconsejable sería no proyectar pendientes por encima de 1H:1,5V.

Es recomendable la construcción de amplias cunetas al pie del talud para recoger posibles desprendimientos.

Hidrología: Este grupo es impermeable y tan sólo se producirá una filtración moderada a favor de los planos de fracturación. Los tramos de pizarras ampelíticas constituyen niveles impermeables, que retienen el agua infiltrada, originándose su hidratación y reblandecimiento, con la consiguiente reducción de sus características geomecánicas.

Capacidad portante: Los materiales de este grupo deben considerarse de resistencia moderada ante cargas superficiales; especialmente en sollicitaciones a media ladera, en donde, con cierta frecuencia, las condiciones portantes pueden llegar incluso a ser bajas, en razón de la alteración profunda de la roca y la existencia de roturas de ladera por deslizamientos fósiles.

En terrenos de superficies alomadas, en áreas poco o nada alteradas, la capacidad portante del terreno será normalmente alta o moderadamente alta, especialmente en los tramos más altos de la serie, en donde son frecuentes las de alternancias de pizarras, areniscas y cuarcitas.

Características mecánicas: Grupo mayoritariamente ripable (80 %), que puede presentar localmente características de marginal a no ripable en áreas de pizarras poco o nada alteradas, con alternancias o no de areniscas y cuarcitas.

CUARCITAS (FACIES ARMORICANA) (121b)

- Litología

Grupo litológico constituido por cuarcitas blancas, rojizas por alteración en áreas de fractura, cristalinas, y estratificadas en bancos de espesor métrico o decimétrico. Pueden aparecer interestratificados niveles caoliníticos. Suelen distinguirse dos grandes paquetes de 200 a 300 m de potencia, separados por un nivel de areniscas estratificadas en delgadas capas, que dan lugar a una depresión en el terreno. El tamaño de grano de las cuarcitas varía de fino a medio, con escasa matriz (< 5%) de tipo sericítico (FOTO 28).



Foto nº 28. Lechos de caolín interestratificados en las capas de cuarcita (grupo litológico 121b).

La compacidad y dureza son muy elevadas y el grado de meteorización débil.

- Estructura

Morfológicamente se presenta como un resalte de gran continuidad, constituyendo el principal elemento modelador del relieve. Da lugar aun relieve de tipo apalachiano. En este grupo se sitúan las cotas más elevadas del Tramo (FOTO 29).



Foto nº 29. Bancos de Cuarcita Armoricana (grupo litológico 121b) verticalizados en el Barranco del Chorro. Sierra de Higuera.

La estructura del grupo es tabular, con bancos cuarcíticos de forma lenticular, y capas con un espesor variable entre 0,2 y 1,5 m. El grado de fracturación es elevado, aunque varía en función de la proximidad a accidentes tectónicos importantes, pudiendo aparecer zonas de falla milonitizadas. El plegamiento es intenso, habiéndose detectado numerosos planos de cabalgamiento internos de tipo apalachiano. La potencia de este grupo litológico es de unos 300 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Los estratos cuarcíticos, que constituyen mayoritariamente este grupo, ocupan normalmente las cimas o divisorias de aguas de la mayor parte de las sierras del Tramo. Los estratos se alinean con la dirección de las sierras, al tratarse de relieves estructurales que siguen el rumbo de los ejes de los pliegues hercínicos. En consecuencia, es frecuente que una de las dos vertientes se constituya como ladera estructural, en donde la pendiente natural tiende a adquirir la del plano de estratificación; lo que da lugar a corrimientos gravitacionales a favor de los planos de estratificación y en combinación con discontinuidades tectónicas, especialmente en los niveles donde las cuarcitas intercalan horizontes de pizarras. Horizontes estos que en muchas ocasiones ya han sufrido un juego de despegue tectónico por corrimiento entre capas durante los procesos de compresión y plegamiento.

En la actualidad, la inestabilidad está relegada esencialmente a las capas más superficiales del terreno y sus recubrimientos, en los tramos de ladera altos y con fuertes pendientes.

Se observan importantes desprendimientos de bloques por descalce de los niveles más escarpados, y allí donde la fracturación es más intensa.

Taludes artificiales: Los taludes observados son de pequeña altura, y dada la ubicación de este grupo en la divisoria de aguas de las sierras del Tramo, lo frecuente es que los trazados sean perpendiculares a la estructura general.

- Pendientes: Suelen ser subverticales.
- Problemas: En general mantienen una buena estabilidad, con caídas ocasionales de bloques y formación de cuñas (FOTO 30).



Foto nº 30. Individualización y caída de bloques por la combinación desfavorable de diaclasas y planos de estratificación en un talud practicado en la Cuarcita Armórica (grupo 121b), donde se observan capas con importantes alteraciones caoliníferas. Puerto de Riofrío.

- Taludes recomendados: Salvo en las áreas donde este grupo aparezca fuertemente tectonizado, las pendientes de los taludes se pueden diseñar subverticales; especialmente si se excavan más o menos perpendiculares a la dirección de las capas. La fuerte inclinación que suelen presentar los planos de estratificación

favorece también el diseño de taludes con elevadas pendientes incluso cuando las capas sean cortadas oblicuamente.

Cuando los taludes coincidan en orientación con los de las superficies de estratificación, y el buzamiento de las mismas sea hacia la calzada, se deberán adoptar para los taludes pendientes menores que el buzamiento de las capas; especialmente si la serie cuarcítica intercala horizontes pizarrosos alterados, laminados o brechificados. En este último caso y cuando se trate de tramos a media ladera, se deberá prestar especial atención a la estructura local ante la posibilidad de que pueda existir estructuras fósiles de corrimiento a favor de capas o planos de falla.

En áreas de alta tectonicidad y alteración profunda, los taludes no deberán sobrepasar pendientes de 1H:1,5V.

Hidrología: Materiales con elevada permeabilidad, sólo por fisuración.

Capacidad portante: La mayor parte de los materiales de este grupo litológico presenta una capacidad portante muy alta. Circunstancialmente, en áreas de alta tectonicidad y alteración, las características resistentes pueden descender a moderadas. Con relación a las zonas medias y altas de las laderas con pendientes estructurales, en donde se han observado corrimientos gravitacionales de capas o grandes cuñas, las condiciones portantes del terreno, en los niveles más superficiales, pueden ser bastante críticas para solicitaciones importantes.

Características mecánicas: Grupo no ripable

Empleo: Los materiales de este grupo son útiles para su empleo como áridos, y la formación puede ser canterable.

CUARCITAS, ARENISCAS, PIZARRAS, LIMOLITAS Y CONGLOMERADOS (121a)

CUARCITAS Y CONGLOMERADOS (121a1)

- Litología

Grupo litológico constituido por una serie alternante de cuarcitas, areniscas, pizarras y limolitas (FOTO 31); en la base de la serie existen intercalaciones de conglomerados silíceos (FOTO 32). Las cuarcitas son arenitas gruesas, a veces microconglomeráticas, recrystalizadas y fracturadas. La estructura alternante es irregular, con bancos métricos de cuarcitas y areniscas, y de centimétricos a métricos de limolitas y pizarras. Las capas presentan tonos verdosos, rojizos y cremas-amarillentos.



Foto nº 31. Alternancia de areniscas, cuarcitas y pizarras del grupo litológico 121a, en un talud de la carretera local que conduce a Villarta de los Montes.



Foto nº 32. Microconglomerados y areniscas del grupo litológico 121a1 aflorando en un talud de la carretera que conduce a Villarta de los Montes desde la CN-430 (P.K. 12+000).

El paso al grupo litológico 121b es transicional, aumentando las intercalaciones y la potencia de niveles de cuarcitas y areniscas a techo. Los conglomerados intercalados en los tramos basales de la serie, son de cantos silíceos de cuarzo y cuarcita, redondeados y fuertemente cementados en matriz silícea. en algunas áreas se ha diferenciado, como subgrupo litológico 121a1, a niveles más cuarcíticos y localmente conglomeráticos, que dan en el paisaje un resalte morfológico.

Amplias áreas de estos terrenos presentan un manto de alteración muy importante, que afecta con mayor profundidad a los horizontes pizarrosos y a las áreas más tectonizadas. Estos sectores suelen dar lugar a un suelo coluvio-eluvial.

- Estructura

Morfológicamente se sitúa en las vertientes de los resaltes de la Cuarcita Armoricana. Cuando aflora en amplia superficie, muestra un relieve alomado, en el que los tramos más cuarcíticos dan resaltes morfológicos menos destacados que los de la Cuarcita Armoricana. El contacto con las unidades cenozoicas está muy alterado. La mayor parte de su extensión cartográfica se encuentra cubierta por coluviales y canchales, sobre todo en las proximidades del contacto con el grupo litológico 121b.

Los bancos de conglomerados presentan una estructura lentejonar y una continuidad lateral escasa. El grado de fracturación es alto, y muy alta la intensidad de plegamiento, con abundantes mantos de cabalgamiento de banco sobre banco. La disposición y el buzamiento varía en función de la complicación tectónica del área de afloramiento. La potencia aproximada de este grupo litológico se estima en 300 m como máximo, y de 25 a 40 m el subgrupo 121a1.

- Geotecnia

Estabilidad natural: En las áreas ocupadas por este grupo litológico se han observado deslizamientos y corrimientos de ladera importantes; aunque es en las masas de derrubios, que cubren sus laderas, cartografiadas como grupo C, en donde el fenómeno adquiere dimensiones espectaculares, con un desarrollo, a veces, generalizado a lo largo de toda la vertiente de una sierra.

Entre las causas que motivan los fenómenos de inestabilidad observados hay que señalar, como más importantes, las siguientes:

- a) Constitución rítmica de la serie estratigráfica en bancos de distinta competencia y resistencia (cuarcita-arenisca-pizarra).

- b) Existencia de multitud de planos de discontinuidad (sedimentarios y tectónicos), algunos de los cuales han jugado ya como horizontes de despegue entre capas en los procesos tectónicos.
- c) Profunda alteración, en muchas áreas del Tramo, asociadas normalmente con zonas de falla y fracturas importantes. Esta alteración puede adquirir algunos metros de potencia haciéndose más penetrativa en los estratos pizarrosos. Existe también un fenómeno de caolinización profunda que acompaña a este manto de alteración.
- d) Disposición estructural de las discontinuidades y horizontes de alteración, favorables al movimiento en las vertientes.
- e) Existencia de horizontes freáticos, permanentes o temporales, que provocan presiones intersticiales.

Taludes artificiales: En general son de alturas bajas.

- Pendientes: En general son pendientes fuertes y subverticales.
- Problemas: Se observan inestabilidades originadas por caídas de bloques y deslizamientos de cuñas, favorecidas por la estructura alternante de capas de muy distinta competencia, el fuerte diastrófismo y la alteración profunda que presenta con frecuencia la formación.
- Taludes recomendados: Las pendientes de los taludes estarán condicionadas por la estructura del terreno. Para condiciones favorables (bancos verticales u horizontales, de naturaleza masiva, reducida fracturación y alteración, o cortados perpendicularmente a la dirección de los planos) pueden adoptarse pendientes subverticales.

Para situaciones desfavorables en las que abunden zonas tectonizadas, alteración de los estratos pizarrosos intercalados, o la existencia de roturas de tipo gravitacional que afecten tanto al suelo de recubrimiento como al substrato rocoso, las pendientes no deberán superar el 1H:1,5V para evitar problemas de deslizamientos y formación de cuñas.

Los metros más superficiales, correspondientes a la cabecera de los taludes, requerirán pendientes más tendidas del orden de 1,5H:1V a 2H:1V. En todos los casos se deberá proyectar una amplia cuneta al pie del talud, en relación con la altura del mismo.

Hidrología: Se trata de materiales impermeables que conforman un grupo litológico con permeabilidad alta a través de los planos de fractura. La infiltración es muy desigual según las áreas y en razón del grado de alteración de los materiales. La escorrentía superficial puede presentar un flujo lento a través de los suelos de recubrimiento.

Capacidad portante: Se trata de una formación constituida por materiales de alta a muy alta resistencia; no obstante, en apoyos muy superficiales, especialmente a media ladera, se pueden dar con bastante frecuencia problemas de asientos diferenciales debido a fenómenos de alteración profunda del substrato pizarroso y arenoso, que llega a constituirse como un terreno arcillo-arenoso con abundante contenido caolinítico. La fuerte dislocación tectónica de las capas y la frecuente existencia de roturas de gravedad en los horizontes más superficiales, en áreas con pendientes acusadas, son circunstancias a tener muy en cuenta en estos terrenos a la hora de fundar estructuras. Localmente, la existencia de grandes corrimientos fósiles deparará áreas con condiciones resistentes muy por debajo de las que normalmente suele presentar este grupo a mayor profundidad.

Características mecánicas: Salvo en áreas intensamente tectonizadas o alteradas, donde puede llegar a ser ripable, el conjunto del grupo se considera no ripable.

CUARCITAS, ARENISCAS Y PIZARRAS (120b)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por dos tramos potentes de cuarcitas separados por un tramo de pizarras, areniscas y cuarcitas. Los tramos potentes cuarcíticos tienen un espesor aproximado de 15 m, el basal, y 30 m el de techo. Se trata de cuarcitas de grano fino-medio a limolíticas, de tonos pardos y blanquecinos. En el tramo de techo algunas cuarcitas son de color malva. Poseen una estratificación en bancos decimétricos a métricos (FOTO 33).



Foto n° 33. Alternancias de cuarcitas y pizarras del nivel superior del grupo litológico 120b. Variante de reciente construcción de la carretera N-502, Valle de Santa María.

La compacidad y dureza se estiman altas.

- Estructura

Los tramos cuarcíticos dan lugar a relieves positivos de tipo apalachiano. El tramo intermedio es más blando a la erosión y da un relieve negativo, y suele estar por lo general cubierto por derrubios de ladera y coluviones. Los afloramientos de este grupo litológico están circunscritos a la estructura sinclinal de Herrera del Duque y a la de Puebla de Don Rodrigo. El plegamiento de este grupo se considera moderado y su fracturación de moderada a alta, con sistemas de fallas NE-SO y NO-SE. La potencia aproximada de este grupo litológico se estima entre 60 y 80 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: No se han observado problemas de estabilidad importantes.

Taludes artificiales: No se han observado taludes de excavación en este grupo litológico dentro del Tramo de estudio.

- Taludes recomendados: El diseño de los taludes que pudieran excavarse en los materiales de este grupo deberán estar condicionados por la geometría de las discontinuidades estructurales de la roca. En principio, con estratos cortados muy perpendicularmente a la dirección de la estratificación o con buzamientos contrapendiente, que podemos considerar condiciones favorables a la estabilidad, no deberían sobrepasarse valores del tipo 1H:2V. En cortes sesgados a la dirección de las capas y con buzamientos fuertes hacia la calzada, es aconsejable no rebasar la pendiente 1H:1,5V.

Hidrología: Materiales permeables por fisuración.

Capacidad portante: Los materiales constitutivos de este grupo litológico deben considerarse en general como un cimiento con alta y muy alta resistencia. No obstante, en los límites de este grupo a techo y muro, en el tránsito a las formaciones pizarrosas que lo enmarcan, las condiciones resistentes en apoyos superficiales a media ladera pueden ser localmente moderadas.

Características mecánicas: Grupo no ripable en general.

Empleo: Material canterable. Los tramos de cuarcitas constituyen un material canterable.

ARENISCAS MICACEAS, CUARCITAS Y PIZARRAS (120a)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por una alternancia irregular de areniscas cuarcíticas micáceas y cuarcitas, en capas decimétricas y centimétricas, con delgadas intercalaciones pizarrosas (FOTO 34).



Foto nº 34. Alternancia de areniscas, cuarcitas y pizarras del grupo litológico 120a en un escarpe natural en las márgenes del río Guadiana.

Las cuarcitas son blanquecinas, de grano fino, a veces limolíticas (con abundancia de moscovita y biotita ferruginosa), formadas por granos subangulosos de cuarzo y una proporción de 10-15% de óxidos de hierro asociados a minerales pesados (circón, rutilo, turmalina y opacos). Los términos areniscosos son micáceos, lajeados, y tienen un color pardo amarillento.

Las pizarras son limolíticas, con colores gris pardusco y verdoso.

Este grupo litológico se encuentra muy cubierto, algunas veces por los canchales y coluviales procedentes de los escarpes de la Cuarcita Armoricana (grupo 121b), y otras veces por un importante manto de alteración de edad aproximadamente pre-eocena.

La compacidad y dureza son altas. El grado de alteración es alto en algunos casos, llegando a aparecer completamente alterado a arcilla.

- Estructura

Se sitúa en el reverso de las cuestas y *hog backs* generadas por la Cuarcita Armoricana, y suele estar cubierto por los derrubios de esta formación. Presenta una estructura tabular. El plegamiento es intenso, con abundantes pliegues y planos de cabalgamiento interno del tipo banco sobre banco. El grado de fracturación es elevado y muy variable, dependiendo de la cercanía a accidentes tectónicos de primer orden. La potencia aproximada de este grupo litológico oscila entre 80 y 200 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Se han observado corrimientos de ladera a favor de los planos de estratificación, y en combinación con discontinuidades tectónicas. Estos fenómenos se desarrollan en vertientes en donde este grupo conforma pendientes estructurales favorecidas por la alineación de las sierras con los ejes de plegamiento.

Taludes artificiales: Los taludes observados son pocos y de alturas bajas a medias.

- Pendientes: Es frecuente que estos estén excavados con direcciones coincidentes con los planos de estratificación, o formando pequeños ángulos con ellos. Cuando esto ocurre y el buzamiento de las capas es claramente desfavorable (buzando hacia la calzada con ángulos entre 30° y 55°), los problemas de deslizamientos a favor de los estratos y cuñas son frecuentes. En taludes bajos y perpendiculares a la estratificación, se adoptan pendientes subverticales. En estos los problemas son pequeños desprendimientos de bloques y cuñas.
- Taludes recomendados: En taludes con una orientación similar al rumbo de las capas, y cuando el buzamiento de estas es desfavorable, debe tenderse la pendiente de aquellos hasta que su inclinación sea menor que la presentada por la estratificación. Cuando se trate de orientaciones oblicuas o transversales a las estructuras, las pendientes estarán condicionadas a las combinaciones geométricas de los planos de discontinuidad. En situaciones favorables pueden adoptarse pendientes de 1H:2V.

Pueden darse, localmente, situaciones de intensa tectonización y/o alteración de la roca, que haga disminuir sus características geomecánicas.

Como norma general, no deberían proyectarse, en este grupo, desmontes con pendientes superiores a 1H:1,5V, a no ser que se tenga un conocimiento muy claro de las características del terreno o se prevea la adopción de medidas de sostenimiento o contención.

Hidrología: Materiales con elevada permeabilidad, sólo por fisuración.

Capacidad portante: Se trata de materiales de alta a muy alta resistencia; no obstante, en zonas de media ladera con pendientes estructurales, en donde se hayan observado fenómenos de deslizamientos gravitacionales, las condiciones resistentes del terreno serán como mucho moderadas, o incluso bajas, para solicitaciones de alguna intensidad a niveles superficiales o poco profundos.

Características mecánicas: Salvo en áreas intensamente tectonizadas o alteradas, donde puede llegar a ser ripable, el conjunto del grupo se considera no ripable.

PIZARRAS, ARENISCAS Y CUARCITAS (100)

- Litología

Grupo litológico constituido por una sucesión de pizarras limolíticas verde oliva con intercalaciones centimétricas de areniscas y cuarcitas. Hay que destacar la presencia de materiales volcánicos, bien como clastos incorporados a las rocas sedimentarias, o como niveles (*sills*) intercalados en las mismas.

Petrográficamente son arenitas de grano medio subanguloso-subredondeado de cuarzo, con una fracción irregular de matriz sericítica (desde trazas hasta 15%) y cemento de óxidos de hierro (15-50 %). Las rocas volcánicas son de composición basáltica y se presentan en niveles muy alterados. En unos casos se trata de rocas de matriz criptomicrocristalina de sericita y óxidos de hierro con agregados de cloritas. En otros se reconoce textura granuda holocristalina entre diabásica y ofítica.

El grado de alteración es moderado-alto en las pizarras, y débil en las areniscas y cuarcitas.

- Estructura

Este grupo litológico ocupa zonas de relieve deprimido, en el fondo de amplios valles y vaguadas con pendientes muy tendidas. Muestra una estructura tableada, donde pizarras y areniscas poseen laminación interna. Los materiales están fuertemente plegados y moderadamente fracturados. Este grupo litológico constituye un potente tramo, de 400 a 500 m de espesor.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Se han observado fenómenos de reptación de los suelos de alteración que recubren las pizarras, y deslizamientos fósiles de moderadas dimensiones.

Taludes artificiales: Al ocupar zonas deprimidas, en los fondos de valles y vaguadas, no se han observado desmontes en estos materiales en el Tramo estudiado.

- Taludes recomendados: La estabilidad de los taludes a adoptar estará condicionada por la estructura de la roca, la orientación de los planos de discontinuidad con respecto a la del talud, el grado de alteración y la intensidad de la fracturación. En los casos más favorables, en los tramos pizarrosos, no se deberán adoptar pendientes superiores a 1H:1,5V; mientras que en los casos desfavorables las pendientes habrán de ser inferiores a 1H:1V. En los tramos más areniscosos y cuarcíticos, las pendientes pueden ser más fuertes, de 1H:2V para los casos de orientaciones estructurales favorables. Aún así, no se impedirá la formación ocasional de cuñas y caídas de bloques de aquellos tramos más fracturados. En estos casos, siempre es aconsejable crear amplias cunetas al pie de los taludes.

Hidrología: Permeabilidad media-baja por fisuración, y muy baja por infiltración en zonas alteradas. Escorrentía superficial moderada-baja.

Capacidad portante: En apoyos superficiales o poco profundos a media ladera, se debe estimar como moderada, e incluso moderadamente baja. En áreas de profunda alteración y tectonicidad, o inmersas en fenómenos de inestabilidad de vertientes, las resistencias serán bajas. En profundidad los valores serán generalmente altos, aunque podrán oscilar y descender a moderados en áreas próximas, como consecuencia de la fuerte tectonicidad de los materiales.

Características mecánicas: Ripable a marginal, principalmente en los niveles más superficiales, alterados y fracturados, y en los tramos esencialmente pizarrosos. Marginal a no ripable en los tramos donde se produzca amalgamación de capas areniscosas y cuarcíticas.

PIZARRAS Y GRAUVACAS (010a)

Este grupo se describe en la Zona 2, ya que en ella presenta un desarrollo más importante (Página 140).

DIABASAS (001)

- Litología

Son rocas de composición basáltica, muy alteradas, arenizadas, con alguna amígdala rellena de cuarzo. La compacidad y dureza son bajas. El color de esta roca alterada es marrón oliváceo, y negro si observa en estado sano. Son rocas de textura granuda holocristalina, entre diabásica y ofítica (FOTO 35).



Foto nº 35. Aspecto de las diabasas completamente alteradas que forman el grupo litológico 001. Fábrica de ladrillos situada en el P.K. 12+500 de la carretera comarcal 503.

Estas intrusiones crean una aureola de metamorfismo de varios metros en los materiales pizarrosos que atraviesan, apareciendo las pizarras completamente alteradas.

- Estructura

Se presentan en zonas deprimidas, con afloramientos de contornos subelípticos o subcirculares, que perforan los materiales del Silúrico y Devónico en el Sinclinal de Herrera del Duque.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Laderas con pendientes muy suaves donde se forman acarcavamientos.

Taludes artificiales:

- Pendientes: Taludes con alturas inferiores a 7 m y pendientes fuertes (mayores de 60°).
- Problemas: Desprendimientos frecuentes y erosión fácil. Materiales con profundas alteraciones.
- Taludes recomendados: Las pendientes pueden ser variables en razón del grado de alteración y fracturación. En áreas donde la roca se muestra completamente alterada, que son las más comunes, las pendientes no deberían superar el 1H:1,5V para taludes bajos.

Hidrología: Permeabilidad de moderada a alta por fracturación, y baja por infiltración en las zonas alteradas.

Capacidad portante: En estas áreas profundamente alteradas y fracturadas, los valores de resistencia son moderados.

Características mecánicas: Los metros más superficiales son excavables por medios mecánicos normales. En profundidad, y en función del grado de alteración y fracturación, será ripable a marginal.

3.2.5. Grupos geotécnicos

Las formaciones geológicas individualizadas en el apartado anterior como grupos litológicos, se agrupan según ciertas características geotécnicas comunes. A estas agrupaciones se les denomina en este Estudio "grupos geotécnicos", y en la Zona 1 son las siguientes:

- Grupo geotécnico G1

Aluviones actuales del cauce de los ríos y arroyos de esta Zona, llanura de inundación, terrazas y zonas endorreicas.

Materiales detríticos constituidos mayoritariamente por gravas y arenas de naturaleza silíceas, con recubrimientos de limos y arcillas generalmente arenosos, con gravas y gravillas dispersas de naturaleza poligénica, y, en algunos casos, elevado contenido en materia orgánica. Formaciones con permeabilidad media a baja, drenaje natural desfavorable y problemas locales de socavación.

Sin problemas importantes en taludes naturales o de excavación, dadas las potencias normales de estos depósitos; por lo que se pueden adoptar pendientes 1H:1V a 1H:1,5V. En el caso de taludes importantes en que estos materiales queden colgados en la coronación de los mismos, se pueden originar problemas de estabilidad relacionados con la posible presencia de niveles freáticos colgados en el contacto de estos con el substrato, generalmente impermeable. En tales circunstancias deben cuidarse las medidas de drenaje, tender los taludes a pendientes iguales o inferiores a 1,5H:1V, o diseñar medidas de contención.

La capacidad portante debe considerarse moderada en unos casos y muy baja en otros (zonas endorreicas), y prever la posibilidad de que el horizonte freático que pueda existir en el contacto de estos materiales con el substrato impermeable llegue a provocar asentamientos diferenciales. Materiales excavables y, en el caso de los aluviales y terrazas, adecuados o tolerables como préstamos. Localmente pueden constituir yacimientos granulares.

El grupo geotécnico G1 está constituido por los grupos litológicos A, AC, T y E.

- Grupo geotécnico G3

Coluviales que recubren las laderas de esta Zona. Son cantos y bloques angulosos o redondeados de cuarcita, pizarra, arenisca y, en menor proporción, cuarzo. La matriz está formada por arenas y limos arcillosos. Por debajo suele aparecer un horizonte de alteración importante. Materiales con permeabilidad media moderada; en tanto que el manto de alteración presenta una clara naturaleza impermeable. La inestabilidad fósil, latente y activa sobre estos materiales que, de forma continua, tapizan las vertientes de las sierras paleozoicas, es muy patente.

En general, las pendientes de los taludes no deberán ser superiores a 1H:1V; valor que en muchas ocasiones resultará necesario rebajar dado la abundancia de áreas con inestabilidad fósil o latente que afectan a este grupo. En estos casos, las pendientes aconsejables serán 1,5H:1V como máximo. En principio debe suponerse una capacidad portante baja; aunque puede llegar a ser muy baja en aquellas áreas inmersas en procesos de inestabilidad. Los materiales son excavables con medios mecánicos normales, y pueden llegar a ser tolerables como material de préstamo.

El grupo geotécnico G3 está constituido por el grupo litológico C.

- Grupo geotécnico G4

Este grupo está constituido por canchales de los relieves cuarcíticos. Son cantos y bloques heterométricos y de naturaleza principalmente cuarcítica, con muy poca matriz arenosa y limosa. La permeabilidad es muy alta por percolación. En su mayor parte, estos materiales están fijados por la vegetación; no obstante, existen un lento movimiento superficial de bloques por acción de la gravedad.

Las pendientes de los taludes no deberán ser superiores a 1,5H:1V. No debe considerarse nunca como una formación susceptible de soportar cargas de alguna entidad. Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales y pueden constituir yacimientos granulares de reducidas dimensiones.

El grupo geotécnico G4 está constituido por el grupo litológico P.

- Grupo geotécnico G6

Son calizas, areniscas calcáreas y pelitas. Permeabilidad alta por fisuración y karstificación. Se pueden presentar áreas karstificadas con rellenos arcillosos, y problemas locales relacionados con desprendimientos en los bordes escarpados de la formación.

La estabilidad de los taludes a adoptar estará condicionada por la estructura de la roca; en los casos más favorables no se deberán adoptar pendientes superiores a 1H:2V. Capacidad portante alta o muy alta, salvo en zonas karstificadas. No ripable.

El grupo geotécnico G6 está constituido por el grupo litológico 141c.

- Grupo geotécnico G7

Alternancias de areniscas, cuarcitas y pizarras. Son materiales impermeables que conforman un grupo con permeabilidad alta a través de los planos de discontinuidad. La infiltración es muy desigual según las áreas y en razón del grado de alteración de los materiales. Con respecto a la estabilidad natural, existen rasgos en el paisaje de procesos de deslizamiento, de carácter fósil normalmente, surgidos al abrigo de las vertientes estructurales, por la fuerte tectónica y alteración profunda que se observa en las zonas de las grandes fallas que recorren el territorio. En la actualidad los procesos son muy localizados y mucho más superficiales.

Los taludes de excavación estarán profundamente condicionados a la geometría de las discontinuidades estratigráficas y tectónicas, así como a las áreas con mayor intensidad de fracturación y alteración profunda; alteración que será irregular, y que afectará más a los terrenos pizarrosos y areniscosos que a los cuarcíticos.

Se estima aconsejable no dar a estos terrenos pendientes superiores a 1H:1,5V, con carácter general en taludes medios, haciendo constar que en muchas ocasiones las condiciones estructurales aconsejarán taludes más tendidos (zonas tectonizadas, alteración de los estratos pizarrosos intercalados, o la existencia de roturas de tipo gravitacional que afecten tanto al suelo de recubrimiento como al substrato rocoso). En todos los casos se deberá proyectar una amplia cuneta al pie del talud, en relación con la altura del mismo.

Se trata de un grupo constituido por materiales de alta a muy alta resistencia; no obstante, en apoyos muy superficiales, especialmente a media ladera, se pueden dar con bastante frecuencia problemas de asientos diferenciales debido a fenómenos de alteración profunda del substrato pizarroso y arenoso. La fuerte dislocación tectónica de las capas y la frecuente existencia de roturas de gravedad en los horizontes más superficiales, en áreas con pendientes acusadas, son circunstancias a tener muy en cuenta en estos terrenos a la hora de fundar estructuras. Localmente, la existencia de grandes corrimientos fósiles deparará áreas con condiciones resistentes muy por debajo de las que normalmente suele presentar este grupo a mayor profundidad.

La existencia de series cuarcíticas muy resistentes, junto a otras arenosas y pizarrosas que los son menos, hará que la ripabilidad de estos terrenos sea como mucho de carácter marginal y en baja proporción; exceptuando las áreas profundamente alteradas y con intensa fracturación, que serán ripables.

El grupo geotécnico G7 está constituido por los grupos litológicos 123b, 122c, 120a y 121a.

- Grupo geotécnico G8

Son cuarcitas, areniscas y conglomerados silíceos, con intercalaciones de pizarras. Sólo presentan permeabilidad por fisuración. Se observan importantes desprendimientos de bloques por descalce de los niveles más escarpados, allí donde la fracturación es más intensa, así como procesos de deslizamiento, de carácter fósil normalmente, surgidos al abrigo de las vertientes estructurales.

Las pendientes de los taludes se pueden diseñar subverticales; salvo en las áreas donde este grupo aparezca fuertemente tectonizado, las discontinuidades sean desfavorables, y, muy especialmente, si la serie cuarcítica intercala horizontes pizarrosos alterados, laminados o brechificados. En estas áreas, los taludes no deberán sobrepasar pendientes de 1H:1,5V.

La capacidad portante es muy alta. Grupo no ripable. Los materiales son útiles para su empleo como áridos, y la formación puede ser canterable.

El grupo geotécnico G8 está constituido por los grupos litológicos 141d, 141a, 131, 120b, 121b y 121a1.

- Grupo geotécnico G9

Son pizarras ampelíticas y pizarras con intercalaciones de areniscas, cuarcitas y calizas; con tramos de tufitas. Presentan un grado de alteración muy alto, en especial bajo el contacto con las unidades cenozoicas. Materiales impermeables con baja infiltración por fisuración. Los movimientos gravitacionales de ladera son relativamente frecuentes cuando estos materiales soportan algún grupo litológico detrítico que pueda crear un acuífero colgado sobre las pizarras.

Las pendientes de los taludes estarán principalmente condicionadas al grado de meteorización y estructura de la roca, y a la presencia de niveles de pizarras ampelíticas, muy proclives a la alteración. En condiciones favorables, las pendientes aconsejables pueden oscilar entre 1H:1,5V y 1H:1V para las áreas con mayor alteración, y 1H:2V para las pizarras poco alteradas. Si la estructura local es desfavorable requerirá taludes de orden 1,5H:1V o incluso más tendidos; o bien adoptar medidas de contención. Es recomendable la construcción de amplias cunetas al pie del talud para recoger posibles desprendimientos.

Los materiales de este grupo deben considerarse con una capacidad portante moderada a alta; pudiendo llegar a ser baja en áreas a media ladera con alteración profunda o afectadas por problemas de estabilidad. Grupo mayoritariamente ripable, que puede presentar localmente características de marginal a no ripable.

El grupo geotécnico G9 está constituido por los grupos litológicos 143b, 143a, 141e, 141b, 100, 130, 123a, 122d, 122b y 122a.

- Grupo geotécnico G12

Son rocas de composición basáltica y textura granuda entre diabásica y ofítica. Se muestran muy a completamente alteradas. Estas intrusiones crean una aureola de metamorfismo de varios metros en los materiales pizarrosos que atraviesan, apareciendo las pizarras completamente alteradas. La permeabilidad es moderada a alta por fracturación, y baja infiltración en las zonas alteradas.

Las pendientes de los taludes pueden ser variables en razón del grado de alteración y fracturación. En áreas donde la roca se muestra completamente alterada, las pendientes no deberían superar el 1H:1,5V para taludes bajos. En estas áreas profundamente alteradas y fracturadas, los valores de resistencia son moderados.

Los metros más superficiales son excavables por medios mecánicos normales. En profundidad, y en función del grado de alteración y fracturación, será ripable a marginal.

El grupo geotécnico G12 está constituido por el grupo litológico 001.

3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

La Zona 1 está constituida en su mayor parte por materiales paleozoicos y terciarios. Los problemas geotécnicos que presenta son de especial importancia en áreas concretas, estando relacionados con circunstancias negativas de orden topográfico, litológico, estructural, hidrológico y geomorfológico.

Topográficamente, el carácter montañoso y escarpado de las sierras que definen esta Zona, condicionan el trazado de una obra lineal, obligando a seguir los corredores naturales de los valles fluviales existentes, en algunos casos muy encajados, con diferencias de cotas entre los cauces y los vértices más elevados de 530 m, y orientados con una dirección preferente ONO-ESE; lo que hace especialmente dificultoso el trazado de carreteras con orientaciones transversales a esta dominante.

El aspecto negativo de carácter litológico está representado por la presencia de profundos horizontes de alteración en las series pizarrosas paleozoicas, en especial bajo el contacto con las unidades cenozoicas, y la existencia de pizarras ampelíticas intercaladas en las series pizarrosas, muy proclives a la alteración cuando se hidratan.

Igualmente, las alteraciones caoliníferas presentes en las formaciones cuarcíticas, así como en las masas coluviales donde se incorpora este componente, son el origen de numerosas inestabilidades en laderas y desmontes.

Los materiales paleozoicos que constituyen una gran parte de la Zona 1 presentan estructuras esquistosas y foliadas, diversos sistemas de fallas y diaclasas, complejas estructuras de plegamiento con contactos mecanizados, y áreas con profundas alteraciones. Estos caracteres estructurales van a tener una incidencia negativa en la construcción de desmontes, túneles o apoyos en laderas con pendientes acusadas; existiendo un riesgo alto de que se produzcan deslizamientos, desprendimientos y vuelcos en los taludes de excavación.

La capacidad de carga, que de forma generalizada se estima alta para los terrenos paleozoicos, podrá sufrir pérdidas importantes en su valor como consecuencia de la alteración y tectonicidad acusada de los materiales. Asimismo, deben considerarse peligrosas y con capacidad soporte reducida las superficies del terreno con pendientes acusadas, siempre en función de la orientación de los planos de discontinuidad.

Los problemas de orden hidrológico podrán surgir como consecuencia de una mala escurriencia superficial en áreas donde esta se ve dificultada por la existencia en superficie de un suelo arcilloso. En ocasiones llegan a producirse fenómenos de endorreísmo, con formación de charcas más o menos permanentes. También podrán darse problemas hidrológicos cuando existan formaciones detríticas terciarias o cuaternarias que puedan quedar colgadas en la cabecera de los taludes, y tengan o pueda instalarse un horizonte freático en el contacto con el substrato, será esta circunstancia la que origine inestabilidades en los taludes y el deterioro de los mismos.

En condiciones normales de plataformas llanas o de muy suave pendiente sobre materiales detríticos terciarios o cuaternarios, puede existir un horizonte freático de naturaleza temporal a nivel de superficie, que origine problemas relacionados con la capacidad portante y la posibilidad de que puedan crearse asientos diferenciales.

La inestabilidad gravitacional fósil observada en las vertientes de las sierras, muestra los rasgos de unos procesos muy importantes desarrollados esencialmente en un clima periglacial. En la actualidad estos fenómenos están atenuados aunque existe la posibilidad de que puedan verse reactivados al ser modificadas las condiciones de equilibrio, generalmente estricto, de dichas estructuras de deslizamiento; especialmente las existentes en masas coluviales, depósitos terciarios del Plioceno y materiales pizarrosos del substrato precámbrico y paleozoico. Estos fenómenos deben tenerse muy en cuenta a la hora de proyectar trazados a media ladera (FOTOS 36, 37 y 38).



Foto nº 36. Deslizamiento del relleno de la carretera, que se cimenta sobre un recubrimiento coluvial en precario estado de estabilidad; y que se ha visto favorecido por agua que se infiltra por la cuneta y circula por el contacto entre el coluvión y el substrato. P.K. 229+000 de la carretera nacional 430, en Puebla de Don Rodrigo.



Foto nº 37. Importante asentamiento de la calzada con rotura del firme por deslizamiento del relleno que se cimenta sobre un recubrimiento coluvial en precario estado de estabilidad; y que, a su vez, descansa sobre el manto de alteración de la formación pizarrosa que conforma el grupo litológico 122a. P.K. 229+000 de la carretera nacional 430, en Puebla de Don Rodrigo.



Foto nº 38. Las grietas y muros vencidos que se observan en este puente son debidos a los empujes ejercidos por un deslizamiento de ladera en el que se ven involucrados los coluviones y el manto de alteración del substrato precámbrico. En Valdemanco del Esteras, carretera con dirección a Baterno.

También se producen desprendimientos y caídas de bloques de aquellas formaciones cuarcíticas y areniscosas, donde el perfil de las laderas es más escarpado.

Los problemas geotécnicos serán consecuencia de todos los factores apuntados. Se manifestarán en los taludes de los desmontes, por causa y efecto de deslizamientos y desprendimientos, y en los substratos de apoyo, por falta de capacidad portante y asientos diferenciales.

3.3. ZONA 2: LLANURAS Y DEPRESIONES SOBRE MATERIALES PRE-CÁMBRICOS

3.3.1. Geomorfología

Esta Zona presenta un mayor desarrollo en el sector occidental del Tramo estudiado.

Se sitúan en los núcleos de los Anticlinorios de Agudo (Llanura de La Serena), Ibor-Guadalupe (Llanura de Fuenlabrada) Guadalemar (Depresión de Guadalemar) y del Esteras (Depresión del Esteras). Dan lugar a zonas deprimidas con relieve suavemente alomado, y escasa o nula cobertura edáfica, circundadas por las sierras cuarcíticas. Los afluentes del

Guadiana: Agudo, Siruela, Guadalemar y Pelochejo se encajan fundamentalmente en la llanura alomada. Su llanura de inundación es discontinua, de escasa anchura y se encuentra frecuentemente colgada sobre el *talweg* actual, en donde aflora el substrato grauváquico pizarroso dando lugar a microrrelieves en "dientes de perro".

Se reconoce la existencia de una antigua superficie de erosión, que se sitúa entre las cotas de 530-420 m en la Llanura de La Serena y 520-480 m en la de Fuenlabrada, descendiendo suavemente hacia el Guadiana. Está fosilizada por los sedimentos del Plioceno Inferior, aunque es probable que su construcción se haya iniciado en tiempos más antiguos (Paleógeno Superior-Mioceno Inferior), en relación con etapas de intensa alteración química. Esta superficie de erosión es la principal constructora de las llanuras que nos ocupan. La incisión cuaternaria da origen al relieve alomado que se observa actualmente.

Las plataformas de la Raña y relieves sobre materiales terciarios están bien representados en la Llanura de La Serena y Depresión de Guadalemar.

Las plataformas de la Raña tienen morfología de glacis de pie de monte, suavemente inclinados hacia el eje de las depresiones. Están tapizados por depósitos de gravas cuarcíticas que coronan los relieves alomados, con desarrollo local de cárcavas implantados sobre los fangos y conglomerados del Plioceno Inferior. En la Llanura de La Serena descienden hacia el OSO desde 580 a 495 m con pendientes del orden del 1%. Tienen un acusado perfil cóncavo en las zonas de enlace con las sierras cuarcíticas, que están tapizadas por glacis coluviales sincrónicos con el depósito de las rañas.

Es característica la presencia de una potente alteración anterior a la instalación de las rañas, que afecta a todos los materiales sobre los que reposa, muy patente en los Montes de Toledo y Extremadura.

En las penillanuras precámbricas, debido a la suave pendiente, los cursos fluviales han modelado numerosos meandros que, al bajar el nivel de base, se han ido encajando progresivamente; caso de los ríos Guadalemar, Zújar, Esteras y Siruela-Agudo.

3.3.2. Tectónica

La estructura de esta Zona, al igual que ocurre en la Zona 1, está controlada por la naturaleza y disposición de los materiales que constituyen la pila sedimentaria y la secuencia y orientación de las fases de deformación que han afectado a este segmento de la Cadena Hercínica.

Los materiales de edad precámbrica constituyen una potente sucesión de pizarras y grauvas que se comportan de manera homogénea frente a la deformación.

Se han diferenciado tres dominios estructurales que son los siguientes:

- Anticlinorio de Ibor-Guadalupe (Llanura de Fuenlabrada)
- Anticlinorio de Agudo (Llanura de La Serena)
- Anticlinorio del Esteras (Depresión del Esteras)

Anticlinorio de Ibor-Guadalupe (Llanura de Fuenlabrada)

Está situado en la parte septentrional de esta Zona y queda delimitado por el nivel de Cuarzita Armoricana del flanco norte del Sinclinorio de Herrera. En realidad este domo corresponde al cierre meridional de esta estructura regional.

En el anticlinorio afloran materiales precámbricos y su estructura se caracteriza por presentar pliegues con esquistosidad de rumbo NO-SE.

Anticlinorio de Agudo (Llanura de La Serena)

Este dominio ocupa la mayor parte de la extensión de la Zona 2. En ella sólo aflora una parte de esta gran estructura. A escala regional es un gran anticlinorio ocupado por materiales precámbricos, de rumbo NO-SE, que hacia el SE sufre una inflexión adoptando la dirección NE-SO por efecto de la segunda fase hercínica.

Queda enmarcado por el Sinclinorio de Herrera y los sinclinorios de Agudo-Valdemanco y el de Almadén.

La estratificación muestra una disposición general NE-SO a E-O. También hay pliegues de rumbo E-O a ENE-OSO y NNE-SSO que son cortados por la esquistosidad hercínica de primera fase, que se dispone con rumbo NO-SE y subvertical.

Anticlinorio del Esteras (Depresión del Esteras)

Queda situado en el extremo suroriental de esta Zona. Es un antiforme de rumbo NE-SO en cuyo núcleo aflora el Precámbrico.

3.3.3. Columna estratigráfica

La columna estratigráfica de esta Zona 2 aparece en la Figura 10.

3.3.4. Grupos litológicos

En este apartado se describen la litología, estructura y características geotécnicas de los grupos litológicos que se han individualizado dentro de la Zona 2, en el presente Tramo del Estudio.

ALUVIONES ACTUALES Y LLANURA ALUVIAL (A)

Este grupo se describe en la Zona 1, ya que en ella presenta un desarrollo más importante (Página 49).

ALUVIAL-COLUVIAL (FONDOS DE VALLE) (AC)

Este grupo se describe en la Zona 1, ya que en ella presenta un desarrollo más importante (Página 53).

TERRAZAS FLUVIALES (T)

Este grupo se describe en la Zona 1, ya que en ella presenta un desarrollo más importante (Página 54).

CONOS DE DEYECCIÓN (D)



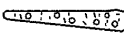




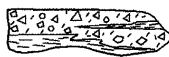
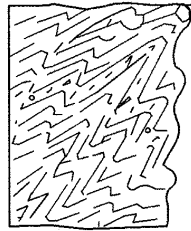
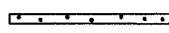
Este grupo se describe en la Zona 1, ya que en ella presenta un desarrollo más importante (Página 56).

GLACIS (G)

Este grupo se describe en la Zona 1, ya que en ella presenta un desarrollo más importante (Página 57).

COLUVIAL (C)

Este grupo se describe en la Zona 1, ya que en ella presenta un desarrollo más importante (Página 59).

COLUMNA	GRUPO LITOLOG.	GRUPO GEOTEC.	DESCRIPCION	EDAD
	A	G1	ALUVIONES ACTUALES Y LLANURA ALUVIAL	CUATERNARIO
	AC	G1	ALUVIAL-COLUVIAL (FONDOS DE VALLE)	CUATERNARIO
	T	G1	TERRAZAS FLUVIALES	CUATERNARIO
	C	G3	COLUVIALES	PLIO-CUATERNARIO
	D	G2	CONOS DE DEYECCION	PLIO-CUATERNARIO
	G	G2	GLACIS	PLIO-CUATERNARIO
	350	G2	RAÑAS	PLIO-CUATERNARIO
	322	G5	CONGLOMERADOS, FANGOS EDAFIZADOS Y ARENAS	TERCIARIO (PLIOCENO)
	010d	G11	DOLOMIAS	PRECAMBRICO
	010c	G11	CONGLOMERADOS	PRECAMBRICO
	010b	G10	LIMOLITAS Y PELITAS CON ARENISCAS	PRECAMBRICO
	010a	G10	PIZARRAS Y GRAUVACAS	PRECAMBRICO
	002	G11	FILONES DE CUARZO	

FIGURA^o10. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA ZONA 2

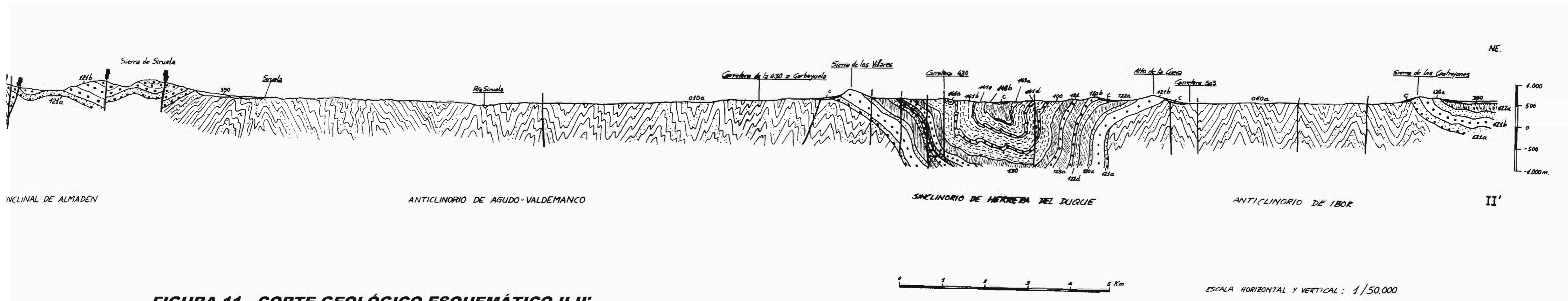


FIGURA 11.- CORTE GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO II-II'

RAÑAS (350)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por cantos heterométricos, de 10 a 20 cm de tamaño medio, fundamentalmente cuarcíticos y, en menor proporción, de cuarzo y arenisca, con una matriz arenosa y arcillosa, e irregularmente cementado por carbonatos (FOTO 39).



Foto nº 39. Aspecto que presentan los materiales que integran el grupo litológico 350 (rañas). Son gravas y bloques de cuarcita, con matriz arenosa y fangosa.

Es frecuente encontrar un horizonte de 0,5 m de potencia, culminando la raña, de gravillas de cuarcita alterada con una pátina de óxidos de hierro y manganeso, de cantos redondeados, homogéneos y de 1 cm de diámetro.

- Estructura

Conforma las superficies culminantes del Terciario, comúnmente denominada *raña*. Son los depósitos de las diferentes superficies de erosión-deposición que se han generado desde el Plioceno al Pleistoceno. Estratigráficamente, la *raña* culmina las cuencas terciarias y constituye un pedimento que arranca de los relieves cuarcíticos ordovícicos. Su ubicación es junto a importantes accidentes tectónicos; y su disposición es subhorizontal. La estructura interna de este grupo se considera masiva. A escala cartográfica posee una estructura en *cuña*, ya que la potencia aumenta conforme se aleja de los relieves cuarcíticos. Debido a lo cual, la potencia es muy variable y oscila de 0,5 a 10 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Las pendientes naturales son muy tendidas, inferiores a 10°. La circunstancia de que este grupo se sitúe sobre formaciones de naturaleza detrítico-arcillosa del Terciario, o sobre un horizonte de alteración arcilloso en pizarras paleozoicas, propicia la existencia de fenómenos de deslizamiento en los bordes de los terrenos aterrizados, como consecuencia del encajamiento de la red fluvial por debajo del nivel de las *rañas*.

Taludes artificiales: Los taludes observados son de pequeña entidad (8 m de altura máxima), debido a la escasa potencia de este grupo, salvo raras excepciones donde los desmontes se excavan en la zona proximal de estas formaciones. Generalmente se trata de desmontes donde esta formación queda colgada en la cabecera de los taludes excavados en las formaciones terciarias o paleozoicas.

- Pendientes: 45° a 60°.

- Problemas: Los taludes evolucionan posteriormente en razón del grado de compactación y proporción del componente arcilloso del grupo a nivel local. Se forman *acarcavamientos* y caídas de gravas por erosión de la matriz. Cuando esta formación queda colgada en la cabecera de los taludes, su comportamiento depende de la posibilidad de que exista o pueda instalarse un horizonte freático en el contacto con el substrato. En este caso, será esta circunstancia la que origine las inestabilidades del talud (FOTO 40).



Foto nº 40. Los frecuentes deslizamientos producidos en este talud, excavado en las rañas y el manto de alteración del substrato pizarroso que integra el grupo litológico 122a, ha motivado la decisión de retaluzar a 30° este desmonte de reciente construcción. Variante de la carretera N-502.

- Taludes recomendados: En desmontes bajos que sólo afecten a los materiales de esta formación, la pendiente no deberá exceder del 1H:1,5V. En desmontes de mayor altura, o en los casos donde esta formación se vea afectada por deslizamientos de ladera, se encuentre poco compactada o con alta proporción arcillosa, o quede colgada en la cabecera de los taludes, la pendiente no deberá superar el 1,5H:1V.

Es recomendable la construcción de un cunetón al pie del talud para la recogida de los materiales desprendidos.

Hidrología: Formaciones con permeabilidad por percolación y porosidad, que podrá oscilar de alta a moderada en función del contenido arcilloso de la matriz a nivel local. La escorrentía superficial es poco activa, y a veces se ve dificultada por la existencia en superficie de un suelo arcilloso. En ocasiones llegan a producirse fenómenos de endorreísmo, con formación de charcas más o menos permanentes (Laguna Tobarejo, Casa del Romeral) (FOTO 41). En estas últimas situaciones se pueden producir asentamientos en la calzada por reblandecimientos del terreno en los bordes.



Foto nº 41. Laguna de Tobarejo. Zona endorreica creada sobre la superficie de la Raña, en una depresión existente en el contacto entre un relieve cuarcítico residual (a la derecha y fuera de la Foto) y la Raña.

Capacidad portante: Las condiciones resistentes de este grupo pueden variar en un amplio margen que va desde respuestas moderadas a bajas, en razón de su potencia, compactación, condiciones de estabilidad natural, composición litológica y naturaleza del substrato.

En condiciones normales de plataformas llanas o de muy suave pendiente, suele constituir un buen cimiento para la calzada, siempre que no exista un horizonte freático de naturaleza temporal a nivel de superficie. En sollicitaciones de alguna importancia, el bulbo de presiones será referido normalmente al substrato.

Características mecánicas: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.

Empleo: Constituyen yacimientos granulares de importancia, y puede ser empleado como un buen material de préstamo; llegando a ser suelos seleccionados aquellos niveles con mayor contenido arenoso en su matriz.

CONGLOMERADOS, FANGOS EDAFIZADOS Y ARENAS (322)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por conglomerados de cantos de cuarcita subredondeados y redondeados, con matriz arenosa, en bancos métricos, alternando con niveles decimétricos y métricos de fangos edafizados con cantos dispersos y arenas. Los cantos de cuarcita aparecen alterados y heterométricos, con un tamaño medio entre 15 y 20 cm. Presenta subproductos edáficos como la caolinita y costras ferralíticas (FOTO 42).

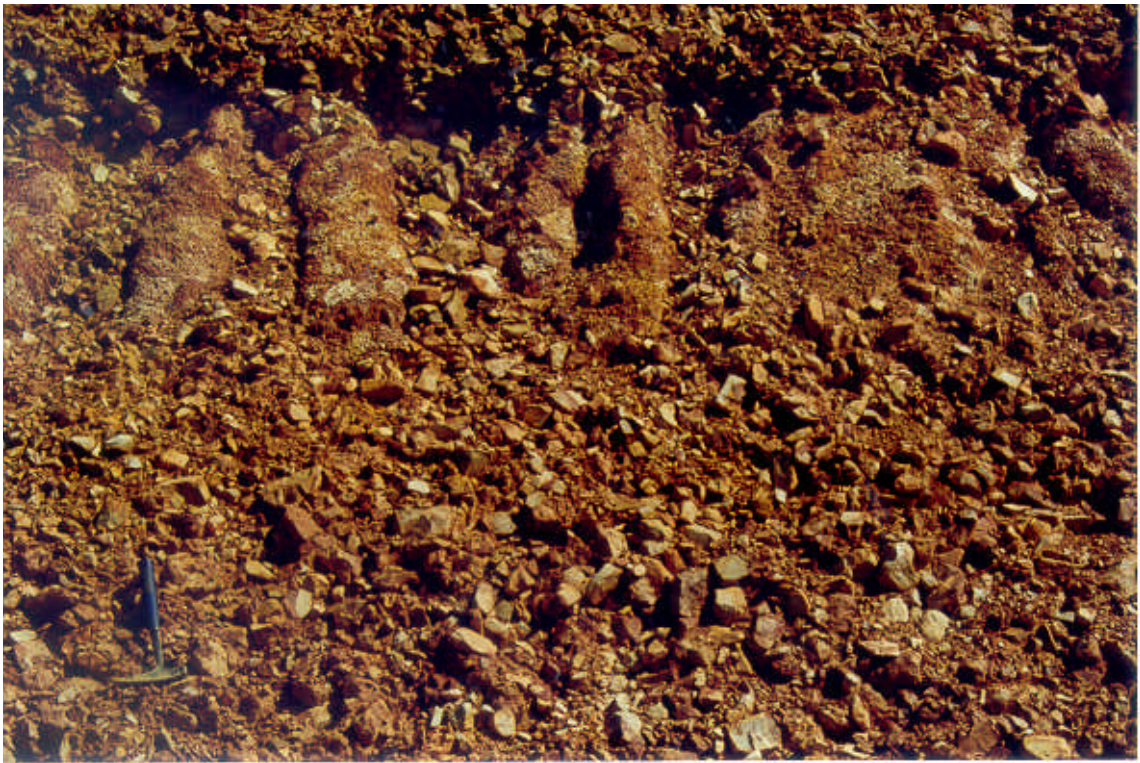


Foto nº 42. Aspecto que presentan los materiales que integran el grupo litológico 322. Son conglomerados de cuarcita con matriz arenosa, con bancos métricos, alternando con niveles decimétricos de fangos edafizados. P.K. 212+100 de la carretera N-430.

Los fangos edafizados están constituidos por arenas arcillosas y limosas con intercalaciones de niveles lentejonares de conglomerados de cantos de cuarcita subredondeados y redondeados. Localmente estos conglomerados pueden adquirir potencias importantes, del orden de los 3 o 4 m. Las arenas arcillosas y limos son de colores pardo-rojizos y de tonos vinosos, localmente pardo-amarillentos y blancos. Es frecuente encontrar pequeños niveles centimétricos ferralíticos de origen edáfico intercalados en este grupo (FOTO 43).



Foto nº 43. Aspecto de los fangos edafizados pliocenos pertenecientes al grupo litológico 322, en un talud de la carretera comarcal 503.

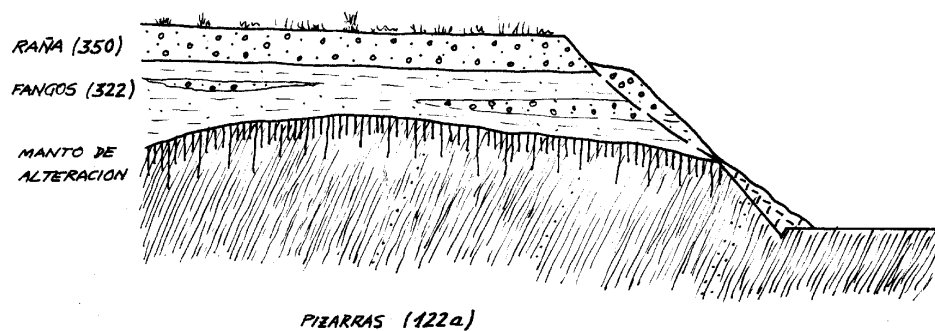
En el contacto con el substrato paleozoico y precámbrico se sitúa un nivel de brechas basales. Este substrato sufre una alteración muy intensa con neoformación de arcillas edáficas (caolinita, illita, gibbsita, etc.) y costras ferralíticas. A veces la alteración del substrato es tan intensa que es imposible diferenciarlo del grupo litológico 322, en facies arcillo-arenosa, depositado por encima; por lo que en la cartografía ha sido representado dentro de este grupo, debido a la similitud de facies y comportamiento geotécnico similar.

- Estructura

Tiene una estructura tabular en conjunto. Los conglomerados basales poseen una geometría en cuña, y las intercalaciones conglomeráticas en las arenas y fangos, lenticular. Se disponen discordantemente sobre el substrato metamórfico (paleozoico y precámbrico indistintamente) (FOTO 44) intensamente alterado. Rellenan por lo general un paleorrelieve. Se dispone subhorizontalmente, suavemente deformado y fallado. En el contacto con las sierras paleozoicas, las fallas son de tipo inverso. Su potencia máxima es de 20-30 m.



Foto nº 44. Desmonte donde aflora el grupo litológico 322 sobre las pelitas muy alteradas del Precámbrico (grupo litológico 010a). P.K. 209+000 de la carretera N-430.



FIGURAº12. EN LAS ÁREAS DONDE EL GRUPO LITOLÓGICO 322 AFLORA A MEDIA LADERA O EN LOS TALUDES ARTIFICIALES, SE OBSERVA CONCIERTA FRECUENCIA FENÓMENOS DE INESTABILIDAD RELACIONADOS CON LA PRESENCIA DE UN SUBSTRATO PALEOZOICO PROFUNDAMENTE ALTERADO, QUE CONFORMA UN HORIZONTE ARCILLOSO CON ALTO CONTENIDO EN CAOLÍN. ESTOS PROCESOS SE VEN FAVORECIDOS POR LOS COMPONENTES ARCILLOSOS DEL PROPIO GRUPO LITOLÓGICO Y LA EXISTENCIA DE FREÁTICOS COLGADOS O CAUTIVOS.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Las laderas muestran pendientes de unos 20°. En áreas donde este grupo litológico constituye medias laderas, se ha detectado en ellas, con cierta frecuencia, fenómenos de inestabilidad fósil. En relación con este tipo de procesos geomorfológicos se pueden apuntar algunas causas que los rigen:

- a) La base de la formación se apoya normalmente sobre un substrato paleozoico alterado profundamente. Este manto de alteración constituye un horizonte enteramente arcilloso con alto contenido en caolín.
- b) En la composición del propio grupo abundan los componentes arcillosos con alto contenido en caolines, y en algunos casos es posible la presencia de montmorillonita.
- c) Presencia de freáticos colgados o cautivos, creados por los depósitos detríticos gruesos que intercala el grupo litológico; o bien se le superponen como es el caso de rañas, glacis, coluviales o terrazas aluviales.

Taludes artificiales: Se trata normalmente de desmontes de pequeña o mediana altura, casi siempre por debajo de los 10 m.

Debido a los cambios laterales de facies que puede sufrir este grupo litológico, los taludes pueden aparecer conformados por horizontes exclusivamente limo-arenosos y limo-arcillosos, por estos mismos materiales intercalando lechos de conglomerados, o bien por niveles detríticos gruesos con escasos lechos limo-arcillosos. Lo normal es que en estos taludes exista en coronación un nivel de raña, glacis, coluvial o terraza.

- Pendientes: 45° a 50°.
- Problemas: Los problemas detectados en la mayoría de ellos provienen de su fácil erosionabilidad, con formación de cárcavas e inestabilidad por desplomes, deslizamiento por flujos superficiales, y rotacionales en los horizontes más arcillosos, que normalmente se corresponden con los tramos basales en que se incorpora el horizonte de alteración de transición al substrato (FOTO 45 Y 46).



Foto nº 45. Deslizamiento de tierras en un talud por efecto de las aguas que circulan a media altura, por el contacto de la unidad pliocena suprayacente (grupo litológico 322) con el manto de alteración impermeable del substrato pizarroso, que constituye el grupo litológico 122a. P.K. 227+000 de la carretera N-430.



Foto nº 46. Fuertes erosiones y acarcavamientos por efecto de las aguas de escorrentía sobre un talud excavado en los conglomerados y fangos pliocenos (grupo litológico 322). P.K. 227+000 de la carretera N-430.

- Taludes recomendados: La variabilidad litológica y las circunstancias geomorfológicas diversas de estos terrenos, condicionan pendientes muy distintas en los taludes de excavación. En los tramos de naturaleza más areno-limosa, con gravas, las pendientes de tipo 1H:1,5V, o incluso más fuertes, serían recomendables con el fin de evitar problemas de erosión. La aparición de horizontes muy arcillosos enriquecidos en caolín, como los existentes en las zonas próximas al contacto con el substrato alterado, y en áreas afectadas por deslizamientos fósiles, obligarán al tendido del talud por debajo del 1,5H:1V (FOTO 47).



Foto nº 47. Grandes desmontes de hasta 15 m de altura en la formación pliocena que integra el grupo litológico 322. Talud 1H:1V con un buen comportamiento. P.K. 212+100 de la carretera N-430.

Hidrología: La constitución litológica de este grupo, dominado por depósitos de naturaleza limo-arenosa y limo-arcillosa, hacen de él una unidad con comportamiento de baja a muy baja permeabilidad; pero, por otra parte, el contenido de horizontes detríticos gruesos, con alta permeabilidad, intercalados en la serie, posibilita la existencia de freáticos colgados o cautivos en la formación.

Capacidad portante: En relación con la diversidad litológica, estructural y geomorfológica ya apuntadas en apartados anteriores, la capacidad resistente de este grupo litológico se considera que podrá oscilar normalmente entre moderada y baja en zonas de

media ladera. En cualquier caso, se aconseja la ejecución de estudios pormenorizados de este grupo, en caso de necesidad de apoyos sobre él.

Características mecánicas: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.

Empleo: Los niveles con predominio de detríticos gruesos pueden ser considerados como adecuados o tolerables como material de préstamo.

DOLOMIAS (010d)

- Litología

Son dolomías en bancos decimétricos a métricos, de tonos marrón-crema. Localmente presenta un aporte detrítico apreciable, con granos de cuarzo de tamaño arena. La compacidad y dureza son altas.

- Estructura

La morfología de este grupo, típicamente kárstica, muestra un relieve en lomas y la superficie del afloramiento constituye un lapiaz en toda su extensión. Afloran de forma aislada y con una extensión muy reducida al este del Arroyo de las Escaleras, en el cuadrante correspondiente a la Hoja de Valdemanco del Esteras. Posee una estructura tabular bien estratificada con bancos de orden métrico. Presentan un grado de fracturación alto. La potencia de este grupo se estima en unos 15 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: No se han observado problemas en los reducidos afloramientos de este grupo en el Tramo estudiado.

Taludes artificiales: No existen en este grupo.

- Taludes recomendados: Se podrán excavar con pendientes subverticales

Hidrología: Presenta una elevada permeabilidad por fisuración y karstificación.

Capacidad portante: Se estima alta a muy alta, en general. Sin embargo, la estructura kárstica de estas rocas introducen un factor importante de incertidumbre a la hora de apoyar en ellos estructuras que transmitan cargas de cierta entidad.

Características mecánicas: Grupo no ripable.

Empleo: Materiales útiles para su empleo como áridos; no obstante, dado la reducida extensión de su afloramiento, no se considera viable su explotación.

CONGLOMERADOS (010c)

- Litología

Grupo litológico constituido por conglomerados poligénicos integrados principalmente por cantos redondeados de origen ígneo y metamórfico, cuarzo y cuarcita, aunque también son frecuentes los de naturaleza pizarrosa y esquistosa; y con un tamaño medio comprendido entre 0,5 y 5 cm (FOTO 48).



Foto nº 48. Aspecto de los lentejones de conglomerados que forman el grupo litológico 010c.

Es un conjunto granosostenido y fuertemente ligado por un cemento silíceo. El cemento constituye menos del 5% del total de la roca, y está compuesto mayoritariamente por cuarzo y, en menor proporción, sericita, clorita y óxidos ferruginosos. La potencia de los bancos es muy variable, pero suele ser siempre del orden métrico. La compacidad y la dureza son muy altas.

- Estructura

Este grupo presenta pequeñas crestas dentro del relieve alomado precámbrico. Afloran principalmente en el área suroriental del Tramo, apareciendo pequeños afloramientos en otros puntos dentro de la sucesión precámbrica.

Los afloramientos tienen una estructura lenticular y su continuidad lateral no supera el kilómetro. El grado de alteración es bajo, y la fracturación e intensidad del plegamiento altos. Como norma general, los buzamientos son fuertes o muy fuertes. La potencia aproximada del grupo varía de 2 a 50 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: En algunos de los escasos afloramientos de este grupo se observan roturas de gravedad a media ladera. Se trata en estos casos de corrimientos de estratos conglomeráticos sobre pizarras alteradas en áreas donde además se aprecia una gran tectonicidad.

Taludes artificiales: No existen en este grupo dentro del Tramo.

- Taludes recomendados: Estos materiales permiten excavarse con taludes sub-verticales.

Hidrología: Permeable por fisuración.

Capacidad portante: Materiales con alta resistencia y compacidad. No obstante, se debe tener en cuenta las implicaciones de estos materiales en deslizamientos de ladera en algunos de los afloramientos existentes; lo cual supone una rebaja sustancial de las condiciones resistentes de estos terrenos ante sollicitaciones de carga.

Características mecánicas: Materiales no ripables, salvo tramos intensamente fracturados.

LIMOLITAS Y PELITAS CON ARENISCAS (010b)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por la serie superior del Vendiense, de naturaleza detrítica, situada sobre las series turbidíticas que integran en su mayoría el grupo 010a.

Los materiales más abundantes son las limolitas y pelitas, que presentan bandeados milimétricos y centimétricos de diferente granulometría. Las de grano fino son del orden limo-arcilla y están compuestos por sericita, clorita, óxidos de hierro, minerales opacos

y cuarzo; este último en una proporción del 5%. Los de grano más grueso son de tipo arena fina y están formados por cuarzo (40%) y feldespato (40%) muy alterados y transformados casi a cemento.

Las areniscas arcósicas están presentes en toda la sucesión. Se intercalan constituyendo bancos de 20-40 cm de potencia, incrementando su presencia hacia el techo de la serie. Las arcosas se componen de cuarzo (60-70%) y feldespato alterado generalmente a sericita. La turmalina, circón, rutilo, micas y opacos constituyen los minerales accesorios. El cemento está integrado por sericita y óxidos de hierro.

- Estructura

Este grupo constituye relieves alomados y suaves, que perfilan una superficie de neplanización. Muestra una resistencia a la erosión más importante que el grupo 010a, debido a su menor grado de alteración. Se encuentra siempre en cotas inferiores a los relieves cuarcíticos paleozoicos. Posee una estructura tabular, alternante y bastante homogénea. Una serie de grandes pliegues anticlinales orientados de Norte a Sur y cortados por fallas de dirección NE-SO y NO-SE, estructuran y tectonizan fuertemente a estos terrenos. El contacto que se establece con el Ordovícico es discordante y frecuentemente mecanizado. La potencia de este grupo litológico se estima comprendida entre 15 y 160 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: En este grupo no se han observado problemas de estabilidad reseñables.

Taludes artificiales: Los desmontes existentes son de pequeña altura.

- Pendientes: 55° a 60°.

- Problemas: Se observan desprendimientos de bloques y deslizamientos de cuñas, algunas de cierta entidad, en los desmontes mayores.

- Taludes recomendados: Se trata de materiales fuertemente estructurados y tectonizados que crearán problemas de inestabilidad por cuñas y corrimientos entre capas; por lo que las pendientes a adoptar en cada caso estarán condicionadas a la estructura de estos materiales. Para taludes bajos y con discontinuidades favorables, se pueden adoptar pendientes entorno a 1H:2V.

Hidrología: Grupo permeable sólo por fisuración

Capacidad portante: En general la capacidad portante es alta, salvo en laderas con fuertes pendientes en donde los apoyos superficiales pueden encontrar terrenos rotos por vuelco de estratos o muy tectonizados, donde la respuesta resistente es moderada o incluso baja.

Características mecánicas: No se considera ripable por medios mecánicos normales, salvo los metros más superficiales, que se encuentran más alterados y fracturados. En las voladuras será necesario emplear técnicas de precorte.

PIZARRAS Y GRAUVACAS (010a)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por niveles de grauvacas de potencia centídecimétrica, excepcionalmente pueden aparecer capas métricas originadas por amalgamación de varios niveles, alternando con niveles pelíticos (FOTO 49). Se presentan en facies turbidíticas y facies desorganizadas. Una característica generalizada de estos materiales es su alto grado de alteración cuando aparecen recubiertos por depósitos cenozoicos (FOTOS 50 Y 51), y la potencia importante que adquiere esta formación.



Foto nº 49. Desmante de reciente construcción en la formación de grauvacas y pelitas, intensamente tectonizadas, del grupo litológico 010a, en las proximidades de Agudo.



Foto nº 50. Manto de alteración del substrato precámbrico (grupo litológico 010a) bajo los coluviales procedentes de los derrames de la Raña del Portezuelo. Cerca de Valdemanco del Esteras.

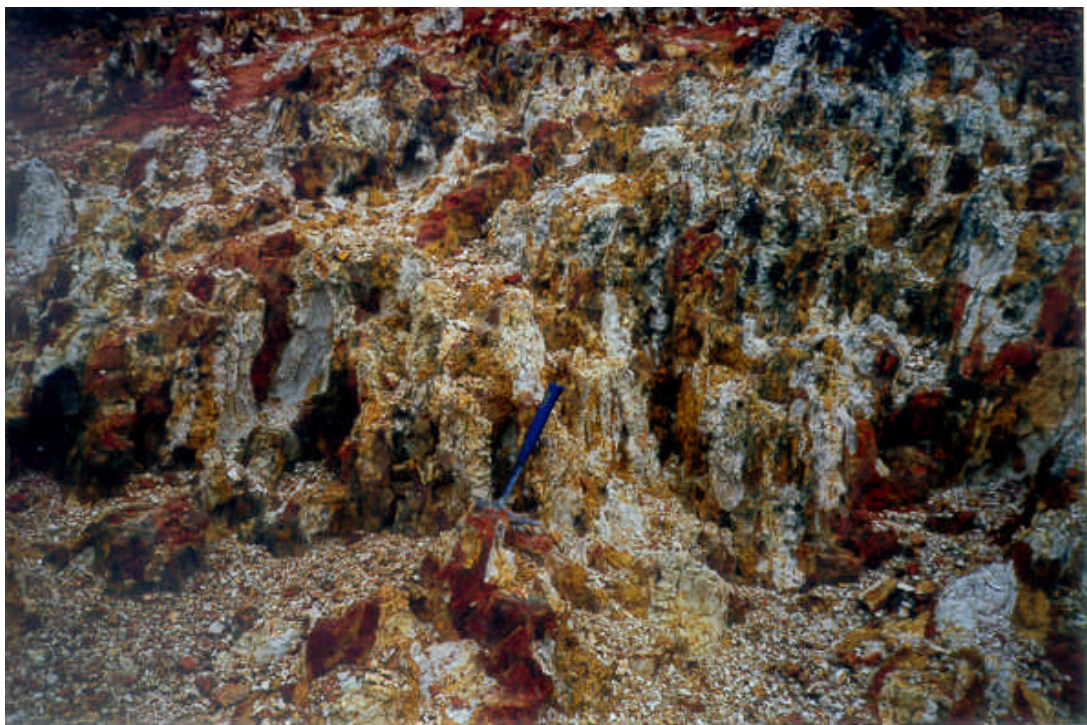


Foto nº 51. Manto de alteración de las pelitas precámbricas del grupo litológico 010a, bajo los depósitos de raña.

Las turbiditas constituyen series rítmicas muy monótonas, donde alternan bancos decimétricos grauváquicos gris-verdosos y lutíticos verdosos. Las grauvacas se componen, principalmente de cuarzo, generalmente volcánico, en una proporción de hasta el 50% del total de la roca, con tamaño de grano variable entre 4 y 800 micras, feldespato (hasta el 20%), fragmentos de roca (entre 10% y 20%), biotita (5%) y accesorios como circón, apatito, esfena y opacos. Como consecuencia del metamorfismo regional, aparece en la matriz detrítica clorita y sericita por recristalización. Muy frecuentemente la roca está contaminada por óxidos de hierro que pueden llegar, en ocasiones, a suponer el 15% del total de la roca.

Las pizarras son de grano fino (limo-arcilla) y están compuestas por sericita, clorita, óxidos de hierro, minerales opacos y cuarzo; este último en proporción del 5-10 %.

Las intercalaciones lutíticas entre los bancos de grauvacas corresponden a una pelita de color verdoso con aportes de cuarzo que puede llegar hasta el 50% del total de la roca. La matriz es arcilloso-lutítica muy abundante (35% - 40%) que recristaliza en sericita y clorita evidenciando un metamorfismo regional muy bajo. Los óxidos de hierro pueden alcanzar el 15% de la roca.

La compacidad y dureza son altas. El grado de alteración es variable, alto cuando poseen una cobertera cenozoica, y bajo cuando afloran en superficie.

- Estructura

En los materiales incluidos en este grupo estaría representada gran parte de la serie precámbrica del Tramo, cuyos afloramientos adquieren una enorme extensión cartográfica. La serie precámbrica representada por estos materiales constituye amplias estructuras anticlinales, con varios ejes orientados N-S, que son cortados por fallas de direcciones NE-SO y NO-SE, que estructuran y tectonizan muy fuertemente a los materiales. El contacto que estas series establecen con el Ordovícico es discordante y con frecuencia mecanizado.

Este grupo constituye relieves alomados y suaves, que perfilan una superficie de neplanización. Se encuentra siempre en cotas inferiores a los relieves cuarcíticos paleozoicos. Posee una estructura tabular, alternante, irregular y bastante homogénea. Los bancos grauváquicos poseen una potencia que oscila entre 10 cm y 1 m, localmente estos bancos pueden tener potencias algo mayores como 2 o 3 m. Por lo general la estructura de los bancos es masiva con geometría plano-paralela. La continuidad lateral de los bancos supera la centena de metros. Los bancos pizarrosos tienen una potencia entre 50 cm y 2 m, y están frecuentemente laminados. Se encuentran intensamente fracturados y plegados. La potencia media de este grupo es de unos 500 a 600 m.

- Geotecnia

Estabilidad natural: Este grupo suele mostrar pendientes muy suaves y tendidas, inferiores a 10° . Los problemas de inestabilidad en laderas están condicionados a la existencia de plataformas de erosión y acumulación de glaciares y rañas que descansan sobre este grupo, creando sobre el mismo pequeños freáticos colgados, que a la postre son los causantes de las inestabilidades observadas. Cuando los materiales aflorantes están desprovistos de ese manto de alteración profundo, el terreno presenta una buena estabilidad natural.

Taludes artificiales:

- Pendientes: Los desmontes existentes son de pequeña altura (inferiores a 10 m) y pendientes de 55° a 60° .
- Problemas: Se observan desprendimientos de bloques y deslizamientos de cuñas, algunas de cierta entidad, en los desmontes mayores (FOTO 52).



Foto nº 52. *Formación de grandes cuñas por la combinación desfavorable de planos de discontinuidad en un talud practicado sobre las grauvacas y pelitas del grupo litológico 010a. P.K. 292+500 de la carretera nacional 502, entre Valdemanco del Esteras y Almadén.*

- Taludes recomendados: La excavación de taludes en rocas muy alteradas de este grupo litológico requerirá en general pendientes muy tendidas, no superiores al 1,5H:1V; y en el caso de existir una montera de material granular procedente de una raña o glacis, convendría eliminarla retranqueando en lo posible este nivel, y drenar convenientemente, las plataformas creadas, las aguas meteóricas.

En los terrenos no alterados, el diseño de taludes debe estar condicionado por la estructura local que presenta el grupo. En el caso favorable, los desmontes podrán admitir pendientes entorno a 1H:1,5V y 1H:2V. En condiciones desfavorables inducidas por las direcciones y entramado de los planos de estratificación, esquistosidad, fallas y diaclasado, las pendientes aconsejables pueden descender hasta por debajo del valor 1H:1V.

Hidrología: Presenta una permeabilidad moderada sólo por fisuración en la zona superficial alterada; no obstante, en aquellas zonas donde se presenta un manto profundo de alteración meteórica, la capacidad de infiltración de las aguas de escorrentía es menor que en aquellas otras donde la alteración es muy escasa. El drenaje superficial dificultoso puede inducir el reblandecimiento de los suelos de alteración que recubre a este grupo.

Capacidad portante: Los tramos alterados poseen resistencias moderadas a bajas. A media ladera no es aconsejable cimentar superficialmente; especialmente si existen por encima plataformas con depósitos detríticos (rañas, glacis, etc.); ya que, en estos casos es frecuente que las laderas estén afectadas por deslizamientos.

Las rocas poco o nada alteradas se consideran con resistencia alta, aunque en apoyos superficiales, a media ladera, la capacidad portante puede llegar a ser moderada en razón de la estructura.

Características mecánicas: Los metros más superficiales, que generalmente se encuentran más fracturados y meteorizados (3 a 6 m), serán ripables en un 90-95%; no así el resto de la formación cuando esta se encuentre poco o nada alterada. En las voladuras serán necesarias las técnicas de precorte.

Empleo: Las gravacas constituyen un material útil como préstamo, para su uso como zahorra artificial. Son explotables como tales aquellos niveles más potentes o los tramos donde estos niveles aparecen amalgamados.

DIQUES DE CUARZO (002)

- Litología

Este grupo litológico está compuesto por filones de cuarzo de potencia métrica.

- Estructura

Estos materiales se disponen en forma de filones-capas. La relación geométrica de los diques es siempre discordante (naturaleza intrusiva) con las rocas adyacentes. A veces este grupo se presenta brechificado por su asociación con zonas de cizalla.

Los filones de cuarzo afloran con una potencia variable, generalmente de orden decimétrico-métrico, se asocian a fracturas de dirección NE-SO a ENE-OSO, y se sitúan en el Precámbrico.

- Geotecnia

Estabilidad natural: No se han observado problemas de estabilidad.

Taludes artificiales: No se han observado.

- Taludes recomendados: No superiores a 1H:2V, dado que la intensa fracturación puede originar desprendimientos de bloques.

Hidrología: Permeable por fisuración.

Capacidad portante: En apoyos superficiales o poco profundos, a media ladera, la resistencia del terreno debe estimarse, en principio, moderada. A poco que se profundice en la roca, la capacidad portante debe ser alta a muy alta.

Características mecánicas: Debido a la intensa fracturación que presentan en superficie estos materiales, se considera que, al menos los primeros metros del terreno pueden ser ripables con medios mecánicos normales.

3.3.5. Grupos geotécnicos

Las formaciones geológicas individualizadas en el apartado anterior como grupos litológicos, se agrupan según ciertas características geotécnicas comunes. A estas agrupaciones se les denomina en este Estudio "grupos geotécnicos", y en la Zona 2 son las siguientes:

- G2. Rañas, glaciares y conos de deyección

Materiales detríticos constituidos mayoritariamente por gravas y arenas de naturaleza silíceas. Formaciones con permeabilidades que pueden oscilar de altas a moderadas, con escorrentía superficial poco activa, que en ocasiones llega a producir fenómenos de endorreísmo, con formación de charcas más o menos permanentes. Los terrenos aquí incluidos están afectados por erosiones e inestabilidades en los bordes de los escarpes que constituyen.

En desmontes bajos que sólo afecten a los materiales de esta formación, la pendiente no deberá exceder del 1H:1,5V. En el caso de taludes importantes en que estos materiales queden colgados en la coronación de los mismos, se pueden originar problemas de estabilidad relacionados con la posible presencia de niveles freáticos colgados en el contacto de estos con el substrato, generalmente impermeable. También en los casos donde esta formación se vea afectada por deslizamientos de ladera, se encuentre poco compactada o con alta proporción arcillosa, la pendiente no deberá superar el 1,5H:1V.

Es recomendable la construcción de un cunetón al pie del talud para la recogida de los materiales desprendidos.

La capacidad portante debe considerarse moderada en principio, y prever la posibilidad de que el horizonte freático que pueda existir en el contacto de estos materiales con el substrato impermeable llegue a provocar asentamientos diferenciales. Materiales excavables. Seleccionados a tolerables como préstamos, y localmente pueden constituir yacimientos granulares.

El grupo geotécnico G2 está constituido por los grupos litológicos 350, G y D.

- G5. Formaciones de naturaleza detrítica limo-arcillosa y areno-conglomerática

Formaciones de naturaleza detrítica limo-arcillosa y areno-conglomerática, poco consolidadas, dispuestas sobre un substrato que sufre una alteración muy intensa con neoformación de arcillas edáficas. La permeabilidad es variable según sea la naturaleza de los horizontes constitutivos de la formación a nivel local. La estabilidad natural de este grupo no es buena cuando conforma morfologías de media ladera; es muy frecuente ver a estos terrenos estructurados por deslizamientos fósiles.

La variabilidad litológica y las circunstancias geomorfológicas diversas de estos terrenos, condicionan pendientes muy distintas en los taludes de excavación. En los tramos de naturaleza más areno-limosa, con gravas, las pendientes de tipo 1H:1,5V, o incluso más fuertes, serían recomendables con el fin de evitar problemas de erosión. La aparición de horizontes muy arcillosos enriquecidos en caolín, como los existentes en las zonas próximas al contacto con el substrato alterado, y en áreas afectadas por deslizamientos fósiles, obligarán al tendido del talud por debajo del 1,5H:1V.

La capacidad portante podrá fluctuar entre moderada y baja. A media ladera se debe temer siempre los procesos de rotura por gravedad pre-existentes. Grupo excavable.

El grupo geotécnico G5 está constituido por el grupo litológico 322.

- G10. Limolitas, pelitas y grauvacas

Son materiales con baja permeabilidad y sólo por fisuración. La inestabilidad natural de las vertientes que conforman es muy deficiente cuando presentan un manto de alteración superficial importante y existe alguna formación de naturaleza permeable que albergue freáticos colgados sobre ellas. Los taludes que podrán soportar dependerá del grado de alteración de las rocas y la geometría local de las discontinuidades estratigráficas y tectónicas.

La excavación de taludes en rocas muy alteradas de este grupo requerirá en general pendientes muy tendidas, no superiores al 1,5H:1V; mientras que en los terrenos no alterados, el diseño de taludes debe estar condicionado por la estructura local; en caso favorable, los desmontes podrán admitir pendientes entorno a 1H:1,5V y 1H:2V. En condiciones desfavorables, las pendientes aconsejables pueden descender hasta por debajo del valor 1H:1V.

La capacidad portante puede fluctuar en un amplio registro de valores que abarcan desde altos a bajos; estos últimos serán en áreas de media ladera con alteración profunda, en donde las roturas de vertiente por gravedad son frecuentes. En general deben esperarse respuestas resistentes moderadas, a cargas superficiales, en gran parte de los terrenos ocupados por estos materiales; sin olvidar también que existen áreas importantes de esquistos poco alterados y de morfología adecuada, muy aptos para soportar cargas importantes.

Los metros más superficiales, que generalmente se encuentran más fracturados y meteorizados, serán ripables; no así el resto de la formación cuando esta se encuentre poco o nada alterada. Las grauvacas constituyen un material útil como préstamo.

El grupo geotécnico G10 está constituido por los grupos litológicos 010a y 010b.

- G11. Conglomerados y areniscas, diques de cuarzo y dolomías

Estos materiales son permeables por fisuración y karstificación. Su estabilidad natural es buena, aunque se han observado pequeños desprendimientos de bloques de las zonas más escarpadas. Los taludes de excavación recomendados podrán ser desde 1H:2V a subverticales, en función del grado de fracturación, que siempre originará desprendimientos de bloques. La capacidad portante se estima alta a muy alta, aunque la karstificación en las dolomías puede suponer un factor de incertidumbre. Grupo no ripable, salvo tramos intensamente fracturados y, ocasionalmente, útil para préstamos como árido.

El grupo geotécnico G11 está constituido por los grupos litológicos 010c, 010d y 002.

3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

La Zona 2 está constituida en su mayor parte por materiales precámbricos y terciarios, y los problemas geotécnicos que presenta son de naturaleza topográfica, litológica, estructural, hidrológica y geomorfológica.

Los problemas topográficos se concretan en la necesidad de enlazar entre sí las plataformas creadas por las rañas y glaciares, pasando por los barrancos encajados que las disectan, y descender desde dichas plataformas a las amplias superficies peneplanizadas donde afloran los materiales precámbricos.

Una característica generalizada de los materiales que conforman el substrato precámbrico de esta Zona es su alto grado de alteración cuando aparecen recubiertos por depósitos cenozoicos.

Los materiales precámbricos que constituyen una gran parte de la Zona 2 presentan estructuras esquistosas y foliadas, diversos sistemas de fallas y diaclasas, complejas estructuras de plegamiento con contactos mecanizados, y áreas con profundas alteraciones. Estos caracteres estructurales van a tener una incidencia negativa en la construcción de desmontes, túneles o apoyos en laderas con pendientes acusadas; existiendo un riesgo alto de que se produzcan deslizamientos, desprendimientos y vuelcos en los taludes de excavación.

La capacidad de carga, que de forma generalizada se estima alta para los terrenos precámbricos, podrá sufrir pérdidas importantes en su valor como consecuencia de la alteración y tectonicidad acusada de los materiales. Asimismo, deben considerarse peligrosas y con capacidad soporte reducida las superficies del terreno con pendientes acusadas, siempre en función de la orientación de los planos de discontinuidad.

El agua ejerce un efecto negativo como consecuencia de una mala escorrentía superficial, dada la morfología de este área, de escasa pendiente, y la presencia de terrenos de baja permeabilidad; y también, al constituir niveles freáticos muy próximos a la superficie. En ocasiones, en zonas muy tendidas, con cierto grado de endorreísmo, las condiciones de drenaje superficial se hacen muy deficientes; lo que, unido a la baja permeabilidad de estos materiales, origina problemas de asentamiento en las carreteras.

La existencia de niveles freáticos en el contacto entre los recubrimientos terciarios y cuaternarios, y el substrato precámbrico impermeable, puede dar lugar a problemas de inestabilidad en las laderas y en los taludes de excavación, cuando este grupo se quede colgado en la cabecera del desmonte. Pueden originarse erosiones, deslizamientos superficiales y flujos de tierras si las pendientes son fuertes.

Por último, y desde el punto de vista geomorfológico, los procesos que pueden llevar implícito un mayor riesgo a medio o largo plazo, son aquellos derivados de la dinámica fluvial, principalmente grandes crecidas que originen erosiones, arrastres y aterramientos. Los problemas de inestabilidad en laderas están condicionados a la existencia de plataformas de erosión y acumulación de glaciares y rañas que descansan sobre este grupo, creando sobre el mismo pequeños freáticos colgados, que a la postre son los causantes de las inestabilidades observadas. Cuando los materiales aflorantes están desprovistos de ese manto de alteración profundo, el terreno presenta una buena estabilidad natural.

Los problemas geotécnicos serán consecuencia de todos los factores apuntados. Se manifestarán en los taludes de los desmontes, por causa y efecto de deslizamientos y desprendimientos, y en los substratos de apoyo, por falta de capacidad portante y asentamientos diferenciales.

4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRÁFICOS

Los principales problemas topográficos existentes se localizan fundamentalmente en la Zona 1, donde se constituyen en obstáculos para un fácil trazado de las vías de comunicación, y los trazados de las carreteras, en la mayoría de los casos, recorren los pasillos de intercomunicación trazados por los grandes valles.

En la Zona 1, el carácter montañoso y escarpado de las sierras, condiciona el trazado de una obra lineal y dificulta el tránsito de unas áreas a otras; lo que obliga a seguir los corredores naturales de los valles fluviales existentes, en algunos casos muy encajados, con diferencias de cotas entre los cauces y los vértices más elevados de 530 m, y orientados con una dirección preferente ONO-ESE; por lo que se hace especialmente dificultoso el trazado de carreteras con orientaciones transversales a esta dominante.

En la Zona 2 del Tramo, los relieves alomados, con desniveles poco importantes, van a generar escasos problemas en el trazado de una obra lineal. Los problemas principales se concretan en la necesidad de enlazar entre sí las plataformas creadas por las rañas y glaciares, pasando por los barrancos encajados que las disectan, y descender desde dichas plataformas a las amplias superficies peneplanizadas donde afloran los materiales precámbricos.

Los valles fluviales en la Zona 1 y las depresiones precámbricas en la Zona 2, se impondrán siempre como los únicos corredores naturales para cualquier vía de comunicación. En itinerarios con dirección E-O, que serán los que interesan principalmente a este estudio, no se encontrarán dificultades importantes de orden topográfico, ya que existen valles y grandes depresiones que se alinean, a grandes rasgos, con estas direcciones y que posibilitan trazados bastante idóneos.

4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS HIDROLÓGICOS

Los problemas que puede crear el agua en el terreno son importantes y varían en cada caso; aunque son similares en las dos zonas en que se ha dividido el estudio.

La hidratación de los materiales arcillosos en los coluviales, en fangos terciarios, en los horizontes de alteración precámbricos y paleozoicos, en los niveles de pizarras ampelíticas, etc., provoca la degradación de las características resistentes de estos materiales y sobrecargas que darán origen a numerosos procesos de inestabilidad en laderas y taludes de desmontes, o la reactivación de deslizamientos ya existentes.

Podrán darse problemas hidrológicos cuando existan formaciones detríticas terciarias o cuaternarias que puedan quedar colgadas en la cabecera de laderas y taludes, y tengan o pueda instalarse en ellas un horizonte freático en el contacto con el substrato paleozoico o precámbrico, impermeable; será esta circunstancia la que origine inestabilidades en laderas y taludes y el deterioro de los mismos.

Estos problemas de orden hidrológico podrán surgir como consecuencia de una mala escorrentía superficial en áreas donde esta se ve dificultada por la existencia en superficie de un suelo arcilloso. En ocasiones llegan a producirse fenómenos de endorreísmo, con formación de charcas más o menos permanentes.

En condiciones normales de plataformas llanas o de muy suave pendiente sobre materiales detríticos terciarios o cuaternarios, puede existir un horizonte freático de naturaleza temporal a nivel de superficie, que origine problemas relacionados con la capacidad portante y la posibilidad de que puedan crearse asentamientos diferenciales.

En la Zona 2, el agua ejerce un efecto negativo como consecuencia de una mala escorrentía superficial, dada la morfología de este área, de escasa pendiente, y la presencia de terrenos de baja permeabilidad; y también, al constituir niveles freáticos muy próximos a la superficie. En ocasiones, en zonas muy tendidas, con cierto grado de endorreísmo, las condiciones de drenaje superficial se hacen muy deficientes; lo que, unido a la baja permeabilidad de estos materiales, origina problemas de asentamiento en las carreteras.

Un drenaje efectivo de las aguas de escorrentía y, muy especialmente, de las existentes en freáticos libres cercanos a la carretera, es condición esencial para obtener una capacidad soporte media aceptable.

Se deberá cuidar especialmente el drenaje de los terrenos cuaternarios, terciarios y áreas de pizarras alteradas paleozoicas y precámbricas, para evitar que el agua se infiltre en la plataforma y produzca el reblandecimiento de los materiales que la integran.

En el caso de los depósitos aluviales, la existencia de un nivel freático a escasa profundidad, influye sobre cualquier tipo de realización a efectuar en la zona.

Otros problemas de índole hidrológica son los derivados de la dinámica fluvial, principalmente grandes crecidas que originen erosiones, arrastres y aterramientos.

4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS LITOLÓGICOS Y ESTRUCTURALES

Los problemas que pueden derivarse de la naturaleza litológica de las formaciones existentes en el Tramo se concretan de manera muy especial en los materiales pliocenos, de naturaleza arcillosa (Grupo litológico 322) que, en principio, deberá considerarse peligroso a la hora de proyectar estructuras sobre él.

Otro grupo litológico constituido por materiales susceptibles de crear problemas por sus bajas características geomecánicas, son los recubrimientos coluviales (Grupo litológico C), inmersos frecuentemente en problemáticas de deslizamiento gravitacional.

Otro aspecto negativo de carácter litológico está representado por la presencia de profundos horizontes de alteración en las series pizarrosas paleozoicas y precámbricas, en especial bajo el contacto con las unidades cenozoicas, y la existencia de pizarras ampelíticas intercaladas en las series pizarrosas, muy proclives a la alteración cuando se hidratan.

Igualmente, las alteraciones caoliníferas presentes en las formaciones cuarcíticas, así como en las masas coluviales donde se incorpora este componente, son el origen de numerosas inestabilidades en laderas y desmontes.

La heterogeneidad litológica que puede aparecer en los depósitos aluviales (Grupos litológicos A y AC), junto con la presencia de niveles freáticos altos, puede ocasionar una serie de problemas mecánicos al ser sometidos a cargas.

Los materiales paleozoicos y precámbricos que constituyen la mayor parte del Tramo presentan estructuras esquistosas y foliadas, diversos sistemas de fallas y diaclasas, complejas estructuras de plegamiento con contactos mecanizados, y áreas con profundas alteraciones. Estos caracteres estructurales van a tener una incidencia negativa en la construcción de desmontes, túneles o apoyos en laderas con pendientes acusadas; existiendo un riesgo alto de que se produzcan deslizamientos, desprendimientos y vuelcos en los taludes de excavación.

La capacidad de carga, que de forma generalizada se estima alta para los terrenos, podrá sufrir pérdidas importantes en su valor como consecuencia de la alteración y tectonicidad acusada de los materiales. Asimismo, deben considerarse peligrosas y con capacidad soporte reducida las superficies del terreno con pendientes acusadas, siempre en función de la orientación de los planos de discontinuidad.

4.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLÓGICOS

Los problemas geomorfológicos más importantes que afectan al Tramo de estudio y que pueden incidir en los trazados actuales y futuros de vías de comunicación, se dividen en dos grandes grupos: Problemas de la dinámica de las vertientes, tanto de las sierras cuarcíticas como de las laderas creadas por el encajamiento de arroyos sobre plataformas de raña y materiales pliocenos; y problemas hidrodinámicos.

Los problemas concernientes a la dinámica de las vertientes vendrán caracterizados por procesos geomorfológicos tales como deslizamientos, corrimientos, reptaciones, desprendimientos y erosiones que tengan lugar, y están íntimamente relacionados con la litología, disposición estructural, hidrogeología y climatología de la zona estudiada.

Las áreas afectadas por deslizamientos de ladera son abundantes, principalmente en la Zona 1. En esta la inestabilidad de las vertientes adquiere gran significación por el amplio desarrollo de este tipo de fenómenos a lo largo de todas las laderas que enlazan las sierras cuarcíticas con la superficie de las rañas, y entre estas y el fondo de los valles.

Los deslizamientos de mayores dimensiones afectan principalmente al recubrimiento coluvial de las laderas y al substrato más alterado. Son de tipo traslacional y poco profundos, y aunque la mayoría son actualmente fósiles, en ocasiones se muestran activos o latentes, y pueden ser reactivados fácilmente.

A lo largo de todo el Tramo, la inestabilidad también se manifiesta en las laderas creadas por el encajamiento de arroyos sobre plataformas de raña y materiales pliocenos; afecta a estos depósitos terciarios y a los materiales pizarrosos alterados del substrato precámbrico y paleozoico. Estos fenómenos deben tenerse muy en cuenta a la hora de proyectar trazados a media ladera.

En la Zona 1 se han observado corrimientos entre capas en laderas estructurales. Estos fenómenos, que tuvieron su mayor incidencia en las etapas de encajamiento de la red fluvial, se consideran fósiles en la actualidad; aunque es posible la reactivación de estas grandes estructuras si se modifican las condiciones actuales de equilibrio.

Igualmente se observan reptaciones y corrimientos de suelos de naturaleza coluvio-eluvial, sobre las laderas; cuyo origen muchas veces está en el vuelco de materiales pizarrosos.

Por otro lado, existe el problema de los desprendimientos de rocas, debidos a los efectos de fracturación del macizo, que son especialmente importantes en los escarpes más abruptos de las formaciones cuarcíticas y areniscosas de la Zona 1.

Los problemas hidrodinámicos están relacionados con procesos que pueden llevar implícito un riesgo a medio o largo plazo, derivado de la dinámica fluvial, principalmente grandes avenidas de cursos fluviales no regulados por embalses en su cabecera; que además originarán erosiones, arrastres y aterramientos.

Los problemas de erosión también son importantes en todo el Tramo, existiendo barrancos con profundas erosiones por incisión lineal en áreas de pizarras alteradas o sobre materiales detríticos no consolidados del terciario y cuaternario.

4.5. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS

Los problemas de tipo geotécnico tendrán lugar en los taludes artificiales, por inestabilidad gravitacional de los mismos, y en el substrato de apoyo, por falta de capacidad de carga y por los asientos diferenciales del mismo.

Problemas relacionados con la inestabilidad de taludes

La inestabilidad de los taludes vendrá condicionada por la concurrencia de factores tales como:

- Áreas inestables en laderas

Son áreas de inestabilidad activa, latente y fósil, que se originan en gran parte de las vertientes, tanto de las sierras cuarcíticas como de las laderas creadas por el encajamiento de arroyos sobre plataformas de raña y materiales pliocenos; donde se manifiestan problemas de fluencia y deslizamientos circulares profundos, corrimientos entre estratos, vuelcos y desprendimientos.

Afectan principalmente al recubrimiento coluvial de las laderas y al substrato más alterado; así como a los depósitos de rañas, fangos pliocenos y glaciares, y a los materiales pizarrosos alterados del substrato precámbrico y paleozoico.

Estos fenómenos deben tenerse muy en cuenta a la hora de proyectar trazados a media ladera; y se habrán de evitar estas zonas, mediante soluciones alternativas, para no agravar el problema.

- Desprendimientos y deslizamientos en taludes

Las características estructurales y de alteración de las rocas del Tramo, van a incidir de forma negativa en la excavación de taludes, túneles o apoyos en laderas con pendientes acusadas. En formaciones rocosas duras y compactas de considerable potencia (cuarcitas y areniscas) los problemas de inestabilidad en taludes estarán ligados al grado de fracturación y alteración.

En formaciones donde alternen capas competentes (cuarcitas o areniscas) e incompetentes (limolitas y pizarras), las inestabilidades estarán motivadas esencialmente por alteración y erosión diferencial.

En formaciones detríticas terciarias o cuaternarias, cuando en el substrato de apoyo aparece la formación arcillosa que constituye el manto de alteración pre-eoceno, o la base del Terciario con características similares, se observan deslizamientos favorecidos por la presencia de un horizonte freático en la base de los recubrimientos, y erosiones por las aguas de escorrentía (FOTO 53).



Foto nº 53. Deslizamiento circular del recubrimiento coluvial que conforma los derrames de la raña que se extiende por encima, a favor del contacto con el manto de alteración del substrato pizarroso que conforma el grupo litológico 122a. Talud situado en el P.K. 228+000 de la carretera nacional 430.

En todos estos casos se impondrá siempre la necesidad de estudios detallados de las estructuras locales para evitar desprendimientos y corrimientos.

- Erosiones y acarcavamientos

Existen áreas de laderas desarrolladas sobre materiales pliocenos o pizarrosos, con profundo desarrollo de erosiones por incisión lineal y acarcavamientos; y otras con socavaciones por erosión de las márgenes activas de los cursos fluviales.

- Presencia de aguas freáticas

La existencia de horizontes freáticos colgados incide en la alteración y deformación de los materiales arcillosos y pizarrosos, circunstancias que van a influir muy negativamente en su estabilidad natural.

- Drenaje

La ausencia de captación y drenaje de las aguas que llegan al talud a través del terreno, o de las que pudieran afectarle por escorrentía superficial, pueden ser causa de inestabilidad en los taludes.

Todas estas circunstancias pueden concurrir reunidas o aisladas, en parte importante de los taludes artificiales que se excaven en el Tramo. El grado de incidencia o su importancia a nivel constructivo dependerá, sin duda, de las dimensiones del talud.

Problemas relacionados con la capacidad de carga

Los problemas de capacidad de carga y de asientos diferenciales podrán surgir por las siguientes circunstancias:

- Suelos flojos o poco consolidados

Los materiales cuaternarios son en general muy flojos. Ocupan la mayor parte de los valles y el pie de las laderas. La capacidad portante es media a baja, e incluso muy baja en algunas zonas con mal drenaje. En general van a soportar terraplenes, y plantean problemas de rotura o asientos, generalmente diferidos.

Su reducida potencia, en la mayor parte de los casos, hará que los problemas geotécnicos que puedan plantearse en estas áreas, en relación a solicitudes de carga, se resuelvan remitiendo la cimentación al substrato rocoso que recubren.

Necesitan una prospección muy detallada para determinar su naturaleza, potencia y resistencia al corte.

- Áreas inestables en laderas

Problemática ya descrita anteriormente

- Cambios litológicos bruscos en el substrato de apoyo

Este problema es general en las formaciones cuaternarias y terciarias, así como en el manto de alteración del substrato precámbrico y paleozoico de apoyo, y en las series alternantes paleozoicas; lo que puede ocasionar una serie de problemas mecánicos al ser sometidas a cargas similares.

- Zonas kársticas

En los terrenos calcáreos y dolomíticos existe la posibilidad de colapsos gravitacionales en relación con cavidades de disolución kárstica, al incidir sobre ellas cargas externas. Se puede dar en los niveles de calizas del grupo litológico 141c y las dolomías del grupo litológico 010d, aunque sus dimensiones siempre serán muy reducidas.

En principio, no representan un problema importante dada la reducida extensión de las áreas donde afloran.

Necesitan una prospección específica mediante fotointerpretación, geofísica y sondeos regularmente espaciados.

- Presencia de aguas freáticas

La existencia de niveles freáticos en cotas muy próximas a la superficie, sobre materiales arcillosos o pizarrosos, pueden llegar a interferir sobre la plataforma de la carretera, afectando a la capacidad de carga y favoreciendo asientos diferenciales.

- Drenaje

El agua ejerce un efecto negativo como consecuencia de una mala escorrentía superficial, en áreas de escasa o nula pendiente, zonas endorreicas y terrenos de baja permeabilidad, lo que origina problemas de asentamiento en las carreteras.

Un drenaje efectivo de las aguas de escorrentía y, muy especialmente, de las existentes en freáticos libres cercanos a la carretera, es condición esencial para obtener una capacidad soporte media aceptable.

Se deberá cuidar especialmente el drenaje de los terrenos cuaternarios, terciarios y áreas de pizarras alteradas paleozoicas y precámbricas, para evitar que el agua se infiltre en la plataforma y produzca el reblandecimiento de los materiales que la integran.

- Tectonicidad y alteración

La capacidad de carga, que de forma generalizada se estima alta para terrenos paleozoicos y precámbricos, podrá sufrir pérdidas de valor importantes como consecuencia de la alteración y tectonicidad de los materiales.

Todas estas circunstancias están presentes en las carreteras actuales y son causa del mal estado que se aprecia en algunas de ellas.

4.6. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

En el tramo estudiado existe una reducida red de carreteras, dado que la densidad de población es baja y se encuentra concentrada en un escaso número de localidades.

La principal vía de comunicación que atraviesa el territorio es la carretera nacional 430, que sigue a grandes rasgos una dirección E-O, y la carretera comarcal 503, que confluye con la anterior en las proximidades de Fuenlabrada de los Montes.

El interés de este estudio se centra principalmente en la caracterización de los terrenos para el diseño de trazados con dirección E-O.

En los itinerarios E-O o próximos a esta dirección, las carreteras actuales aprovechan, con bastante frecuencia, los corredores naturales que representan los principales valles, cuya disposición es ESE-ONO en su conjunto. Así, el itinerario actual que une Ciudad Real con Badajoz, utiliza en gran medida el valle del río Guadiana, que constituye un corredor natural en itinerarios de esta dirección. En general, puede decirse que la gran mayoría de los ríos y grandes arroyos que surcan el Tramo constituyen buenos corredores en sus direcciones respectivas.

En la Zona 1, los posibles corredores alternativos están muy mediatizados por la orografía, mientras que en la Zona 2 son posibles multitud de alternativas, pues tanto la orografía como los condicionantes geológicos y geotécnicos nunca supondrán impedimentos de gran peso que hagan inviable o difícilmente viable cualquier opción que se estime interesante por la funcionalidad del trazado.

En los nuevos itinerarios será necesario evitar las cadenas montañosas por tres motivos fundamentales: Las dificultades orográficas que representan, los problemas de estabilidad en las laderas, y problemas de tipo medio ambiental, dado que una obra de esta naturaleza en las zonas serranas implica un mayor impacto que en las zonas de las depresiones precámbricas, donde, al haber menos suelo, la vegetación es más escasa con dehesas muy abiertas.

Tanto las vertientes de las sierras cuarcíticas, en la Zona 1, como las laderas creadas por el encajamiento de arroyos sobre plataformas de raña y materiales pliocenos, en ambas zonas, son áreas de inestabilidad activa, latente y fósil, donde se manifiestan problemas de fluencia y deslizamientos circulares profundos, corrimientos entre estratos, vuelcos y desprendimientos.

Afectan principalmente al recubrimiento coluvial de las laderas y al sustrato más alterado; así como a los depósitos de rañas, fangos pliocenos y glaciares, y a los materiales pizarrosos alterados del sustrato precámbrico y paleozoico.

Estos fenómenos deben tenerse muy en cuenta a la hora de proyectar trazados a media ladera; y se habrán de evitar estas zonas, mediante soluciones alternativas, para no agravar el problema.

Igualmente, en las propuestas de nuevos corredores, conviene alejarse de las zonas de embalse, por la limitación que ejercen estos en los trazados y la accidentada orografía en que suelen estar emplazados, donde las carreteras se ven condicionadas a discurrir a media ladera.

En resumen, se puede decir que en la Zona 1 son muy pocas las alternativas posibles para el establecimiento de nuevos trazados fuera de los existentes, que a su vez no constituyen tampoco unos corredores idóneos, dada la difícil topografía a la que tienen que enfrentarse, la estrechez de algunos valles, las fuertes pendientes y los problemas de estabilidad en las laderas, que condicionan de forma notable los trazados.

En la Zona 2 existen extensas áreas con menores problemas geotécnicos y de trazado; por lo que caben más posibilidades a la hora de mejorar los corredores actuales, que, en cualquier caso, deberían siempre evitar el angosto paso por las hoces del Guadiana, tanto por las limitaciones de trazado que representa, como por los graves problemas de estabilidad en las laderas.

Del estudio de las características topográficas, geomorfológicas y geotécnicas del Tramo, se han considerado dos corredores de posibles itinerarios E-O, tanto por el Norte como por el Sur, alternativos al actual recorrido de la CN-430:

Corredor Norte

Este corredor discurre por el valle entre Piedrabuena y Arroba de los Montes. Se ha desestimado por las dificultades que representa el paso de la Sierra de La Umbría.

Corredor Sur

Se ha considerado la posibilidad de un corredor al sur del valle río Guadiana, a través de las depresiones precámbricas de los ríos Esteras y Agudo (Llanura de La Serena). Este corredor representa la mejor alternativa para un nuevo trazado, teniendo en cuenta que su continuidad es factible fuera de los límites geográficos del presente estudio.

Fuera de los límites de este estudio, el trazado del corredor propuesto arrancararía de la carretera nacional 420 a la altura de Corral de Calatrava, para continuar en dirección a Los Pozuelos de Calatrava, Abenójar y Saceruela, siguiendo a grandes rasgos el trazado actual de las carreteras locales que unen estas localidades.

Otra posible alternativa partiría de la actual carretera nacional 430 a la altura del puente de Retama; y desde aquí se desviaría de ella en dirección a Saceruela, siguiendo el trazado de la actual carretera autonómica que conduce a esta localidad.

Desde Saceruela, y ya dentro de los límites geográficos de este estudio, caben dos posibles variantes a trazados en sentido Oeste para este Corredor Sur. Estas dos posibles variantes confluyen en las proximidades de la localidad de Agudo.

La variante septentrional del trazado discurriría en sentido Norte por el valle del río Esteras, hacia su cabecera, hasta confluir con la carretera autonómica que une las localidades de Puebla de Don Rodrigo y Agudo. A partir de este punto adoptaría una dirección oeste a lo largo del valle del río Agudo, hasta la localidad de Tamurejo, Siruela y Talarrubias.

La variante meridional del trazado de este Corredor Sur discurre por un valle paralelo al del río Esteras, situado inmediatamente al norte de este, y que, con dirección O, conduce hasta la localidad de Valdemanco del Esteras y Agudo (FOTO 54).



Foto nº 54. Depresión precámbrica del Esteras en las proximidades de Saceruela. Zona propuesta como corredor para futuros trazados de carreteras.

Esta última variante comportaría un menor recorrido, pero a cambio habría de salvarse la dificultad orográfica situada entre Valdemanco del Esteras y Agudo.

Desde Agudo, el trazado del corredor propuesto ofrece unas dificultades mínimas para su continuación en dirección a las localidades de Siruela y Talarrubias; enlazando finalmente con la carretera N-430 a la altura de Casas de Don Pedro.

En este último tramo del recorrido propuesto, la única dificultad reseñable es la necesidad de cruzar el río Guadiana entre Talarrubias y Casas de Don Pedro, en la cola del Embalse de Orellana.

En la Figura 13 se han dibujado los corredores considerados en los párrafos anteriores.

LEYENDA

———— CORREDOR DE TRAZADO SUGERIDO

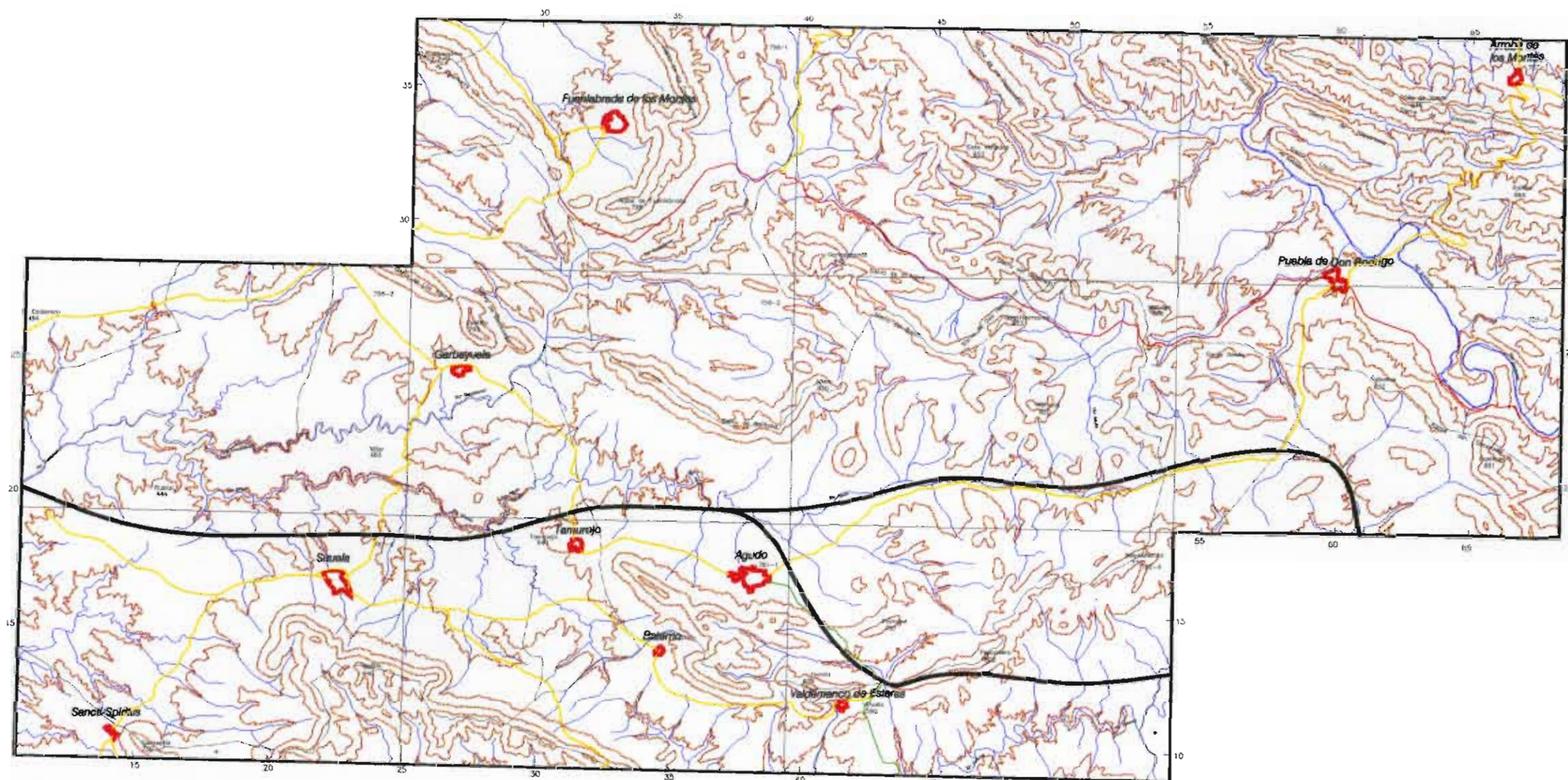


FIG. 13 ESQUEMA DE LOS CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS EN EL TRAMO

Escala 1:200.000

CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDO DEL ITINERARIO CIUDAD REAL-BADAJEZ

Una de las finalidades de un Estudio Previo de Terrenos es la de proponer corredores para futuras vías de comunicación, dentro del área estudiada.

En este caso, fruto del Estudio realizado, se ha llegado a la conclusión de la conveniencia de proponer corredores en dirección Este-Oeste que abarquen una zona más extensa.

Aunque la unión entre Ciudad Real y Badajoz se sale del ámbito de este Estudio, se ha considerado necesario incluirla debido a la importancia dentro de la comunicación Este-Oeste de la Península.

La interconexión de las poblaciones de Ciudad Real y Badajoz tiene hasta la localidad de Agudo dos corredores alternativos, uno norte y otro sur. A partir de esta localidad, existe una única opción hasta Badajoz.

La Alternativa sur arranca de Ciudad Real por la carretera nacional 420 hasta la localidad de Corral de Calatrava. Llegado a este punto, continúa por el corredor de la carretera local que conduce a la localidad de Cabezarados, y a partir de allí, por el actual de la carretera nacional 424 hasta Abenojar. Existe también otro corredor posible entre Corral de Calatrava y Abenojar pasando por Pozuelos de Calatrava.

Desde la localidad de Abenojar, el corredor sigue en dirección Oeste por la carretera local que lleva a Saceruela. En este tramo de Abenojar a Saceruela, y en las proximidades de la Sierra de los Canalizos, existe una alternativa de interconexión con la opción norte, al oeste de la Sierra de los Buitres. La alternativa sur enlaza finalmente con la carretera nacional 503 a la altura de Valdemanco del Esteras para terminar en la localidad de Agudo.

La opción norte arranca con dirección este desde Ciudad Real por la carretera nacional 430 hasta la localidad de Retama. Desde esta localidad hasta Agudo, el corredor toma una dirección OSO pasando por la Sierra de los Terneros.

A partir de la localidad de Agudo existe un corredor único que coincide con el actual de las carreteras locales que unen las localidades de Tamurejo, Siruela, Talarrubias, y pasando el Embalse de Orellana, Casas de San Pedro. Desde Casas de San Pedro se conecta con el actual corredor de la carretera nacional 430 hasta Badajoz.

En la figura 14 se muestran los diferentes corredores propuestos para unir Ciudad Real con Badajoz.

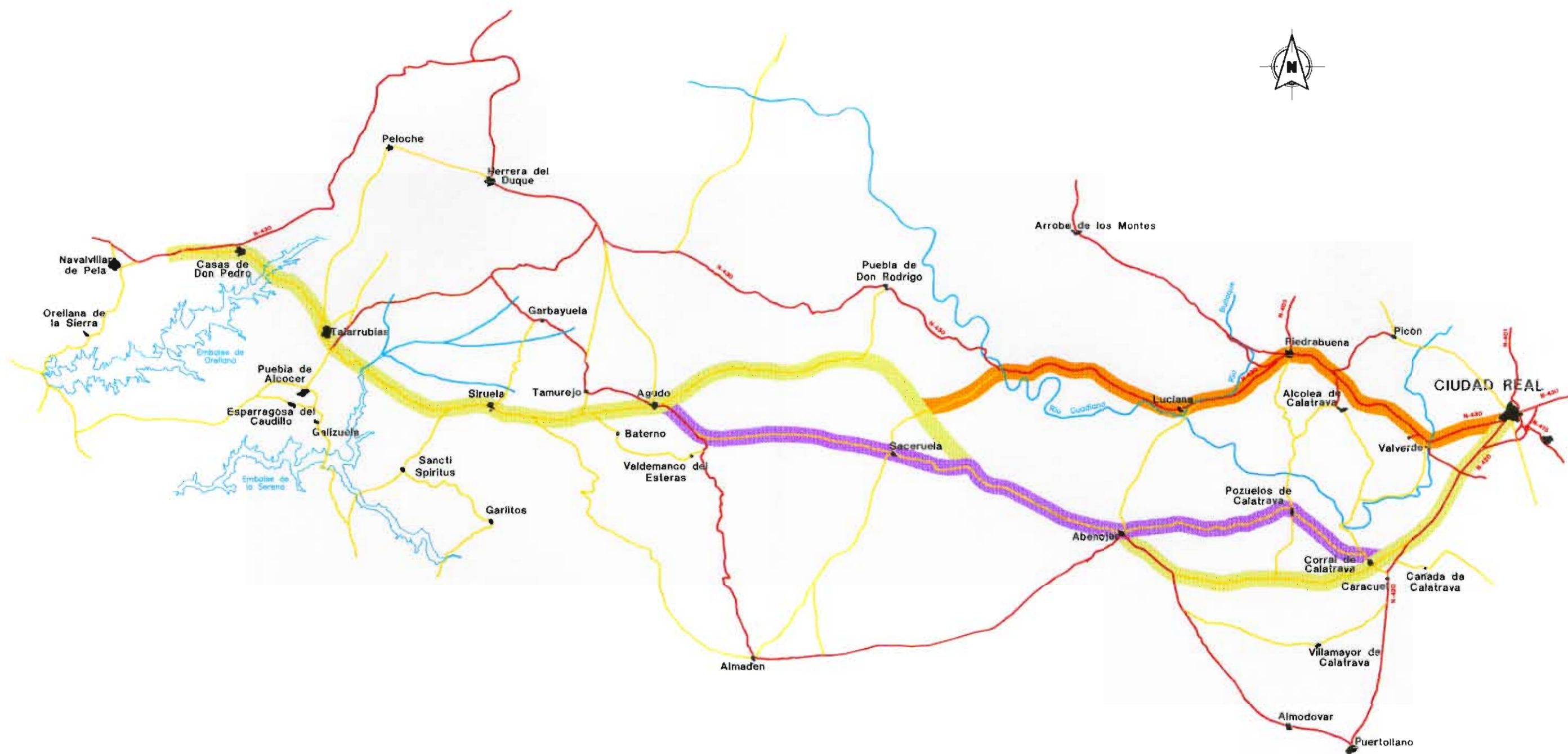


Figura 14
 CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS DEL ITINERARIO CIUDAD REAL-BADAJOZ
 ESCALA 1:400.000

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

5. INFORMACIÓN 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 presenta la información recogida sobre explotaciones de áridos y yacimientos, y su localización. Estos datos no constituyen una recopilación sistemática y exhaustiva, aunque pueden ser útiles para futuros trabajos.

La información que se expone a continuación se refiere exclusivamente a yacimientos de materiales utilizables en obras de carreteras (áridos naturales y de trituración, y materiales de préstamo para terraplenes y pedraplenes).

La explotación de áridos es escasa en todo el Tramo, tan sólo se ha inventariado una cantera de cuarcita en actividad y tres graveras que se explotan de una forma intermitente, para necesidades locales.

En la Figura 15 se encuentran situados los yacimientos rocosos y granulares del Tramo estudiado, y en los cuadros 5 y 6 se especifican las características y la importancia de cada uno.

5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS

Los principales yacimientos rocosos en el ámbito de la zona de estudio corresponden a cuarcitas y, ocasionalmente, calizas y grauvacas.

Los yacimientos rocosos de naturaleza cuarcítica que pueden ser considerados explotables en el Tramo, son muy numerosos y con buenos accesos, apareciendo prácticamente en todos los puntos donde existe una elevación topográfica; buenas características de explotabilidad, ya que suelen mostrar frentes naturales de explotación favorables, y su volumen de reservas es elevado.

Para la extracción de estos materiales es necesario el empleo de explosivos y su coeficiente de aprovechamiento es de 0,85. La calidad de este material es buena para su empleo como árido en hormigones, bases de carretera y en mezclas asfálticas como capa de rodadura. Puede presentar comportamientos deficientes en cuanto a la adhesividad a los betunes, relacionados con el tipo de rotura en el machaqueo y las pátinas de las superficies de las di-clasas; y bajos resultados en los ensayos de equivalente de arena, debido fundamentalmente a las alteraciones caoliníferas.

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

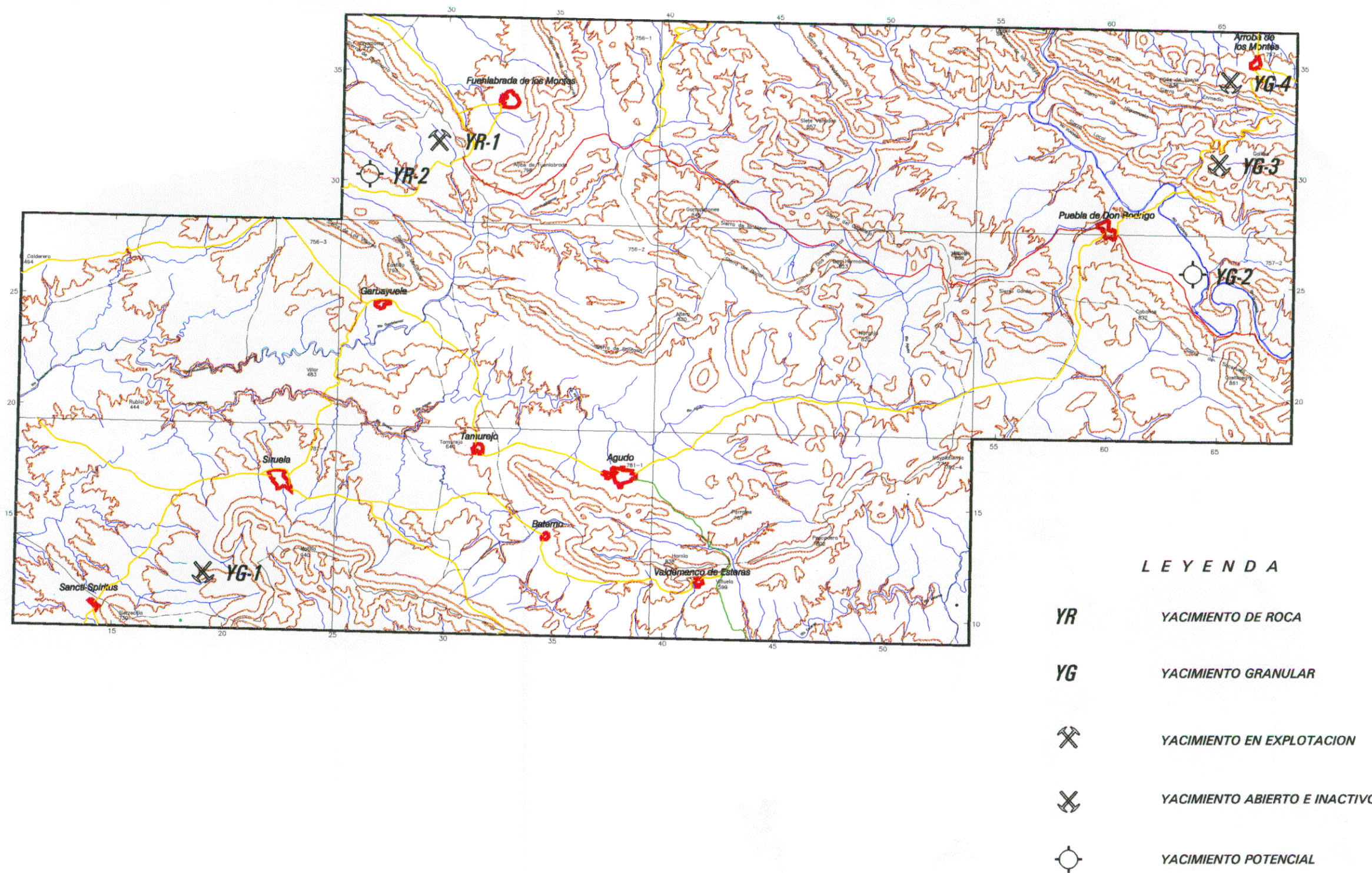


FIG. 15 ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS ROCOSOS Y GRANULARES.

Escala 1:200.000

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

Los análisis realizados por el entonces Instituto Geológico y Minero de España para el Mapa de Rocas Industriales (Hoja de Villanueva de la Serena) sobre materiales cuarcíticos, han dado una densidad media de 2,180 g/cm³, un coeficiente de desgaste "Los Ángeles" de 11 a 21% (granulometría E), 17 a 31% (granulometría B) y 26% (granulometría C); y una adhesividad media al betún, en tanto por ciento de superficie cubierta, de 79 a 100%.

Los grupos litológicos que constituyen los mejores yacimientos rocosos de este tipo de material son: 131, 120b y 121b. La Cuarcita Armoricana, del grupo 121b, es la más abundante, con grandes reservas y buenas características para ser explotada.

La única explotación en activo se localiza en el término municipal de Garbayuela (YR-1), a 1,5 km del cruce de la carretera N-430 con la que conduce al puerto de los Carneros. Extrae las cuarcitas del grupo litológico 131 para obtener áridos de machaqueo, para diferentes usos (FOTO 55).



Foto nº 55. Cantera en las cuarcitas del grupo litológico 131 (YR-1). P.K. 13+000 de la carretera comarcal 503, de Fuenlabrada de Montes al Puerto de los Carneros.

Las calizas devónicas del grupo litológico 141c son cristalinas, oquerosas, con abundante arcilla de descalcificación y están fuertemente tectonizadas. Las reservas son medianas, dada la reducida potencia de los bancos en que afloran. El principal yacimiento se localiza en la carretera que conduce al puerto de los Carneros (YR-2), y no se encuentra explotado.

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

Las gravacas del grupo litológico 010a constituyen un buen material para la obtención de áridos de trituración. Son explotables como tales aquellos niveles más potentes o los tramos donde estos niveles aparecen amalgamados; aunque no se considera una formación canteable, sino más bien un buen material de préstamo.

Otros materiales aflorantes en el tramo estudiado con buen comportamiento como áridos, como lo son el cuarzo y las dolomías, no se consideran de interés por las escasas reservas existentes.

5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

En el Tramo existen algunas explotaciones de materiales granulares, tanto activas como abandonadas, que han utilizado materiales integrantes de las formaciones plio-cuaternarias (rañas) y cuaternarias (pedreras, aluviales, terrazas, glacis y conos de deyección). En general se trata de gravas silíceas, principalmente cuarcíticas, heterométricas.

La formación detrítica constituyente del grupo 350 (rañas), ha sido objeto de extracciones de gravas en aprovechamientos locales de reducidas dimensiones (YG-1). En general, estos yacimientos reúnen un volumen de reservas muy elevado, buena explotabilidad y escasas dificultades en los accesos (FOTOS 56 Y 57).



Foto nº 56. Extracción de gravas de los depósitos de raña que se extienden por una amplia superficie entre Siruela y Sancti-Spiritus (YG-1).

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



Foto nº 57. Aspecto de las gravas cuarcíticas que forman parte de la Raña, y que son aprovechadas en la explotación YG-1.

En cuanto a los depósitos cuaternarios, su interés está limitado a puntos muy concretos, debido a que en numerosas ocasiones se encuentran en zonas de difícil acceso, o presentan potencias muy reducidas. Únicamente los conos de deyección y los glaciares alcanzan un amplio desarrollo en el Tramo y constituyen un buen material para su empleo como árido natural, las reservas son elevadas, tienen buena explotabilidad y escasas dificultades en los accesos

Yacimientos importantes de depósitos cuaternarios (aluviales, terrazas y glaciares) se localizan en el valle del río Guadiana. El mayor interés radica en las terrazas bajas (YG-2) situadas en las cercanías de Puebla de Don Rodrigo, donde la potencia de estos materiales puede alcanzar los 4 m, su extensión es grande, y muestran relativa homogeneidad.

También han sido aprovechados, para obras locales, los canchales o pedreras de las sierras cuarcíticas (YG-3 y YG-4); son de escasa potencia y reducida extensión; y además, su explotación ha sido limitada por motivos medio-ambientales (VER FOTO 16).

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

5.4. MATERIALES PARA PRÉSTAMOS

Los mejores materiales para ser utilizados como préstamo, aflorantes dentro del Tramo de estudio, son los de edad plio-cuaternaria (rañas) y cuaternaria (terrazas, glaciares y conos de deyección). Los grupos litológicos 350, T, G y D constituyen las mejores áreas fuente, ya que presentan muy buenas características para estos fines.

La formación pliocena correspondiente al grupo litológico 322, integrada por gravas, arenas y fangos, podrá ser empleada en terraplenes con las limitaciones y medidas técnicas apropiadas.

Los yacimientos rocosos paleozoicos y precámbricos de cuarcitas, areniscas y grauvacas, proporcionarán materiales aptos para su empleo en pedraplenes.

Los materiales pizarrosos, debido a su estructura lajosa, serán utilizados de manera restrictiva como préstamos.

Aluviales (A), coluviones (C) y derrubios de ladera (P), han constituido puntual y temporalmente buena materia prima para su utilización local como préstamos, empleando el todo-uno extraído para la reparación de caminos vecinales y subbases de carreteras. Se trata de explotaciones pequeñas, todas ellas inactivas en la actualidad. La accesibilidad y explotabilidad son favorables en general.

5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MÁS DETALLE

En los cuadros-resumen de yacimientos rocosos y granulares que se acompañan a continuación, se señalan con un asterisco los yacimientos que, por su importancia, pudieran ser objeto de un estudio más detallado.

Las sierras cuarcíticas, en toda su extensión, se consideran yacimientos rocosos potenciales, que pudieran ser objeto de un estudio más detallado. Así como las rañas y terrazas fluviales lo pueden ser de yacimientos granulares.

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

CUADRO 5.
RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

SÍMBOLO	INTERÉS	SITUACIÓN	GRUPO LITOLÓGICO	MATERIAL	ACCESOS
YR-1	Moderado Activo	756-1	131	Cuarcita	Próximo al P.K. 13 de la carretera comarcal 413, que conduce al puerto de los Carneros
YR-2*	Alto No explotado	756-1	141c	Caliza	Próximo al P.K. 14 de la carretera comarcal 413, que conduce al puerto de los Carneros

Los yacimientos reseñados con (*) se recomiendan estudiar con más detalle por su interés potencial

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

CUADRO 6.
RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES

SÍMBOLO	INTERÉS	SITUACIÓN	GRUPO LITOLÓGICO	MATERIAL	ACCESOS
YG-1	Moderado Intermitente	781-4	350	Gravas silíceas	A 4 km por una pista que parte del P.K. 4 de la carretera que conduce de Siruela a Sancti-Spiritus
YG-2*	Alto No explotado	757-2	T	Gravas silíceas y arenas	Próximo a Puebla de Don Rodrigo, entre los PP.KK. 231 y 235 de la carretera nacional 430
YG-3	Sin interés Intermitente	757-1	P	Gravas silíceas	P.K. 8+300 de la carretera que conduce desde Puebla de Don Rodrigo a Arroba de los Montes
YG-4	Sin interés Intermitente	757-1	P	Gravas silíceas	P.K. 16+200 de la carretera que conduce desde Puebla de Don Rodrigo a Arroba de los Montes

Los yacimientos reseñados con (*) se recomiendan estudiar con más detalle por su interés potencial

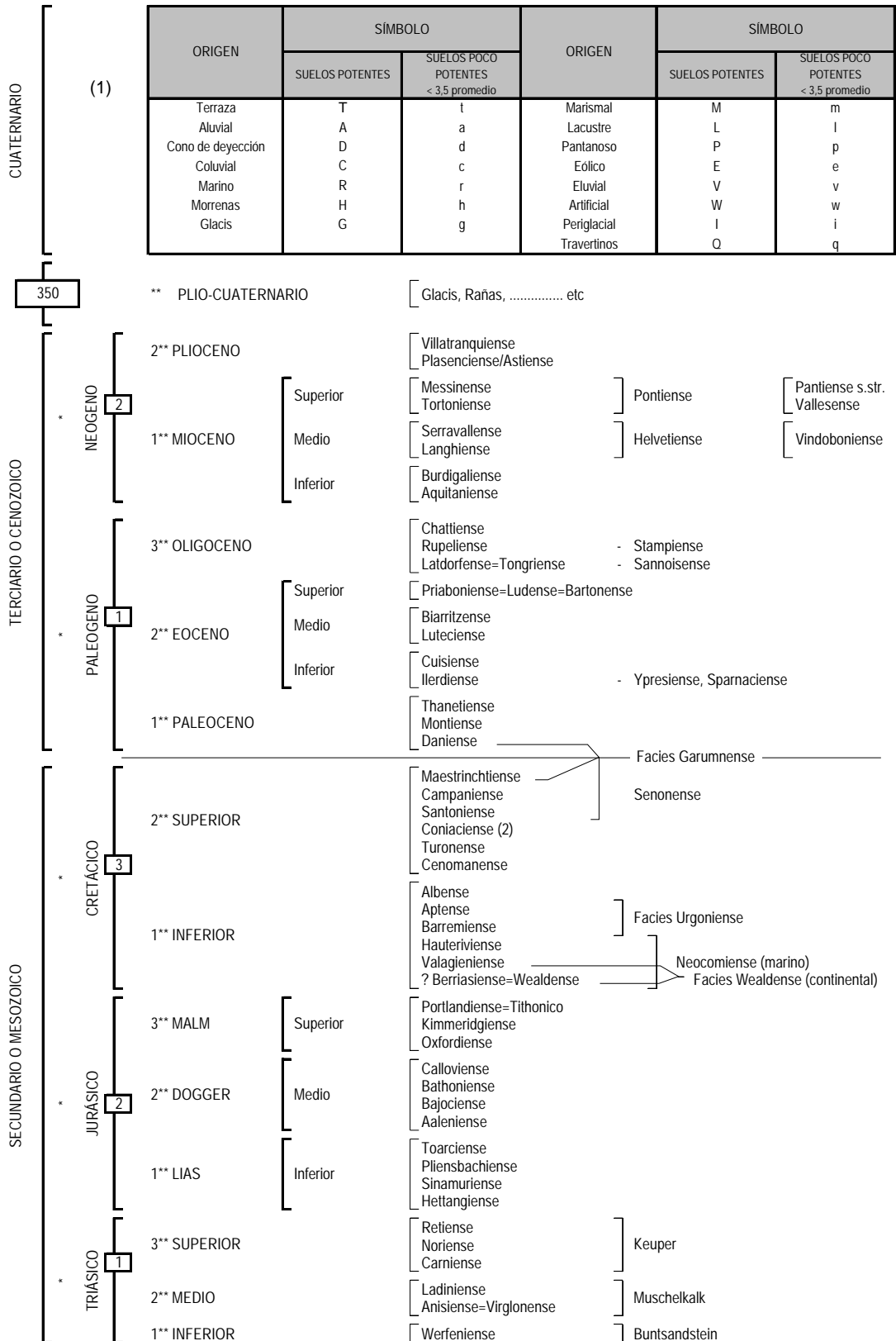
6. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- I.G.M.E., (1976).- “Mapa de Rocas Industriales. Escala 1:200.000. Hoja 60 (Villanueva de la Serena)”.
- I.G.M.E., (1976).- “Mapa Geotécnico General. Escala 1:200.000. Hoja 60 (Villanueva de la Serena)”.
- I.G.M.E., (1987).- “Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Hoja 60 (Villanueva de La Serena)”.
- I.T.G.E., (1987).- “Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja y Memoria núm. 781 (Siruela)”.
- I.T.G.E., (1987).- “Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja y Memoria núm. 782 (Valdemanco del Esteras)”.
- I.T.G.E., (1989).- “Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja y Memoria núm. 756 (Herrera del Duque)”.
- I.T.G.E., (1989).- “Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja y Memoria núm. 757 (Puebla de Don Rodrigo)”.
- MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS (En edición).- “Estudio Previo de Terrenos. Itinerario Ciudad Real-Badajoz. Tramo: Ciudad Real-Puebla de Don Rodrigo”.

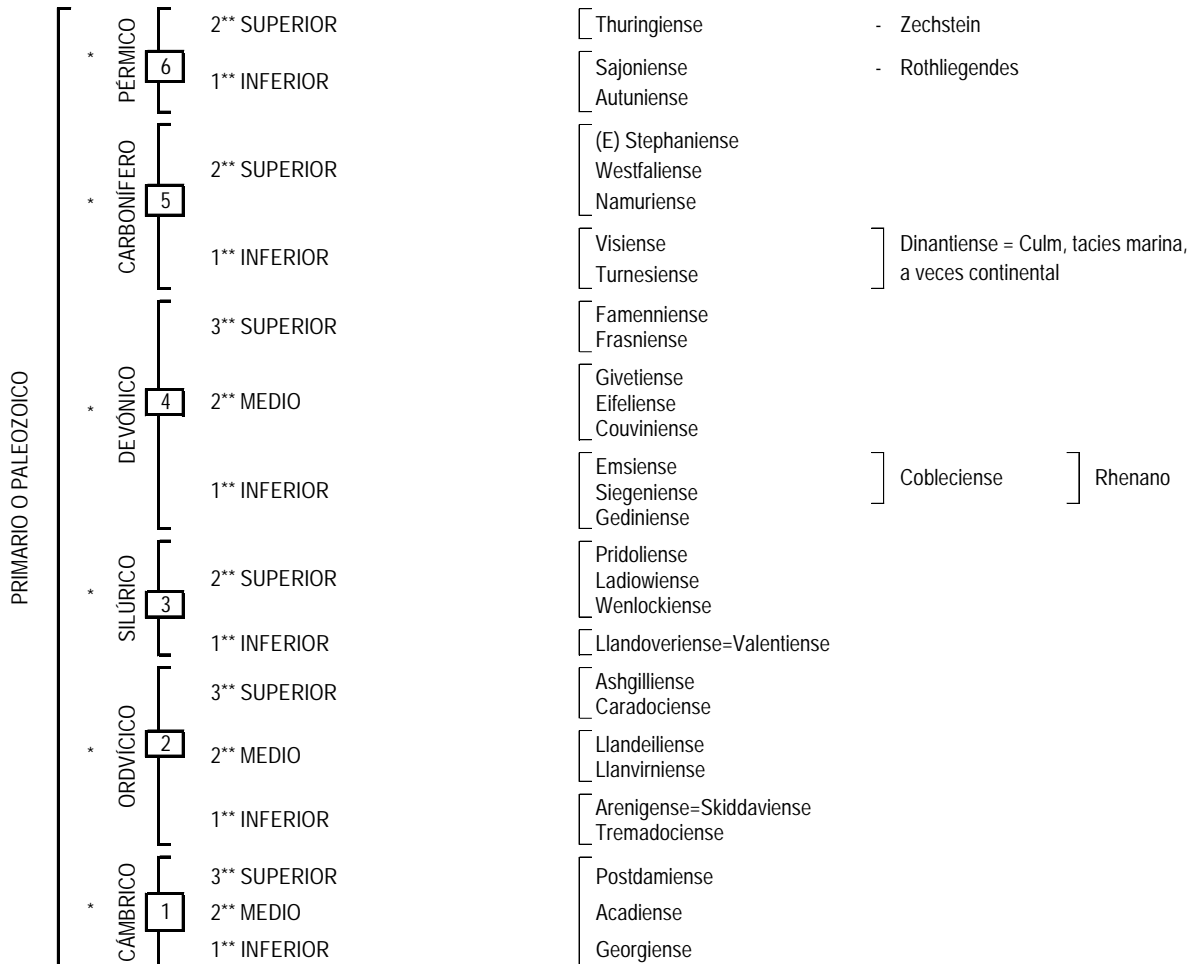
7. ANEJOS

7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA



COLUMNA ESTRATIGRÁFICA



PRECÁMBRICO 010 **

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 Coniaciense al Senonense.

* Los grupos litológicos indeterminados estratigráficamente se denominarán con la primera cifra correspondiente a la era añadiendo dos ceros como signo de indeterminación para el periodo y época.

En caso de indeterminación de la época, se denominarán los grupos litológicos con las cifras correspondientes a la era y periodo añadiendo un cero como signo de indeterminación.

** Cuando existan varios grupos litológicos dentro de la misma época, se denominarán con el número estratigráfico correspondiente, al que se agregará la letra (a, b, c ... etc) para diferenciarlos entre sí.

7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS

7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS

Introducción

Con objeto de precisar, en lo posible, los conceptos más importantes utilizados en las descripciones geotécnicas de los materiales del Tramo, a continuación se indican los criterios utilizados en la exposición de características del terreno, tales como ripabilidad, estabilidad de taludes, capacidad portante, niveles freáticos, y otras.

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, escurrimiento 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 cuatro niveles o grados que a continuación se indican:

- a) Se considera excavable todo material (roca natural o suelo) que pueda ser directamente excavado con medios mecánicos normales.
- b) 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.
- c) Se consideran de ripabilidad media a aquellos materiales que no son ripables utilizando maquinaria de potencia media, pero sí lo serían utilizando maquinaria de mayor potencia. Estos materiales son los llamados "terrenos de transición", que se encuentran en la mayor parte de las formaciones rocosas, y que son semiripables en su zona de alteración o ripables mediante una ligera preparación con voladuras.
- d) Se consideran no ripables aquellas formaciones que necesitan para realizar su excavación el empleo de explosivos u otros medios violentos que produzcan su rotura.

Capacidad portante

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

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

Estabilidad de taludes

La evaluación de la estabilidad de taludes se ha apoyado exclusivamente en las observaciones y medidas 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 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

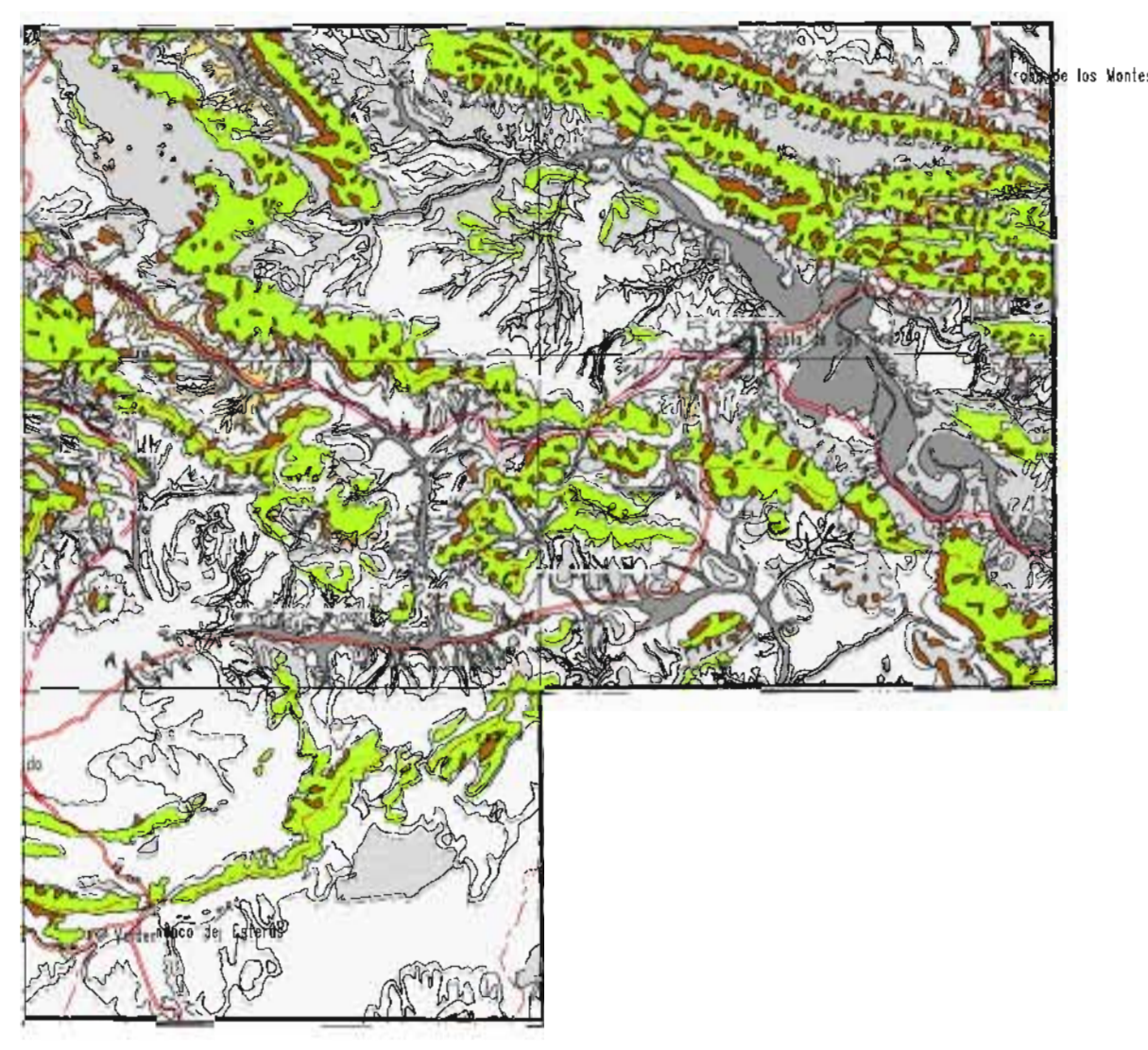
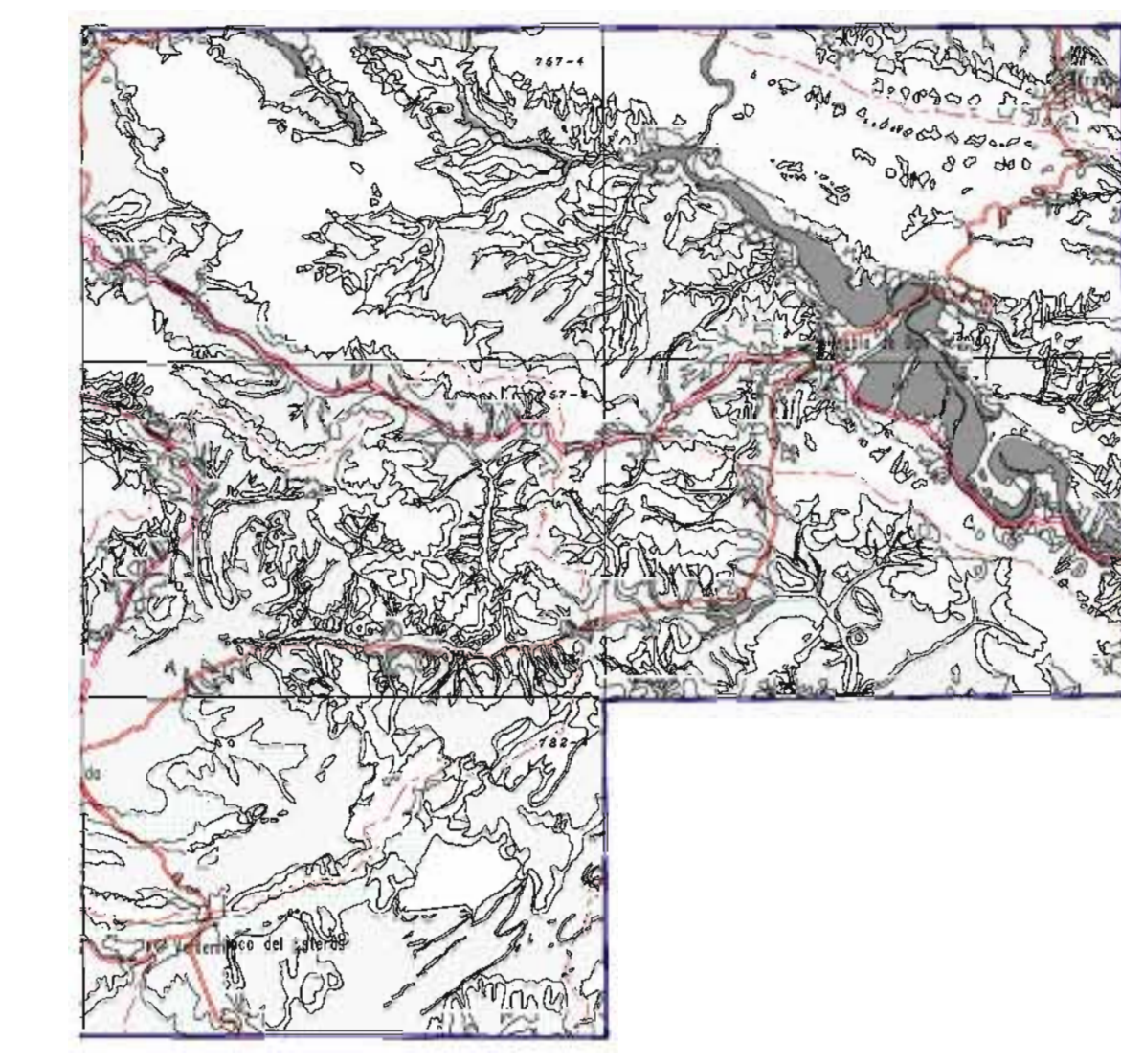
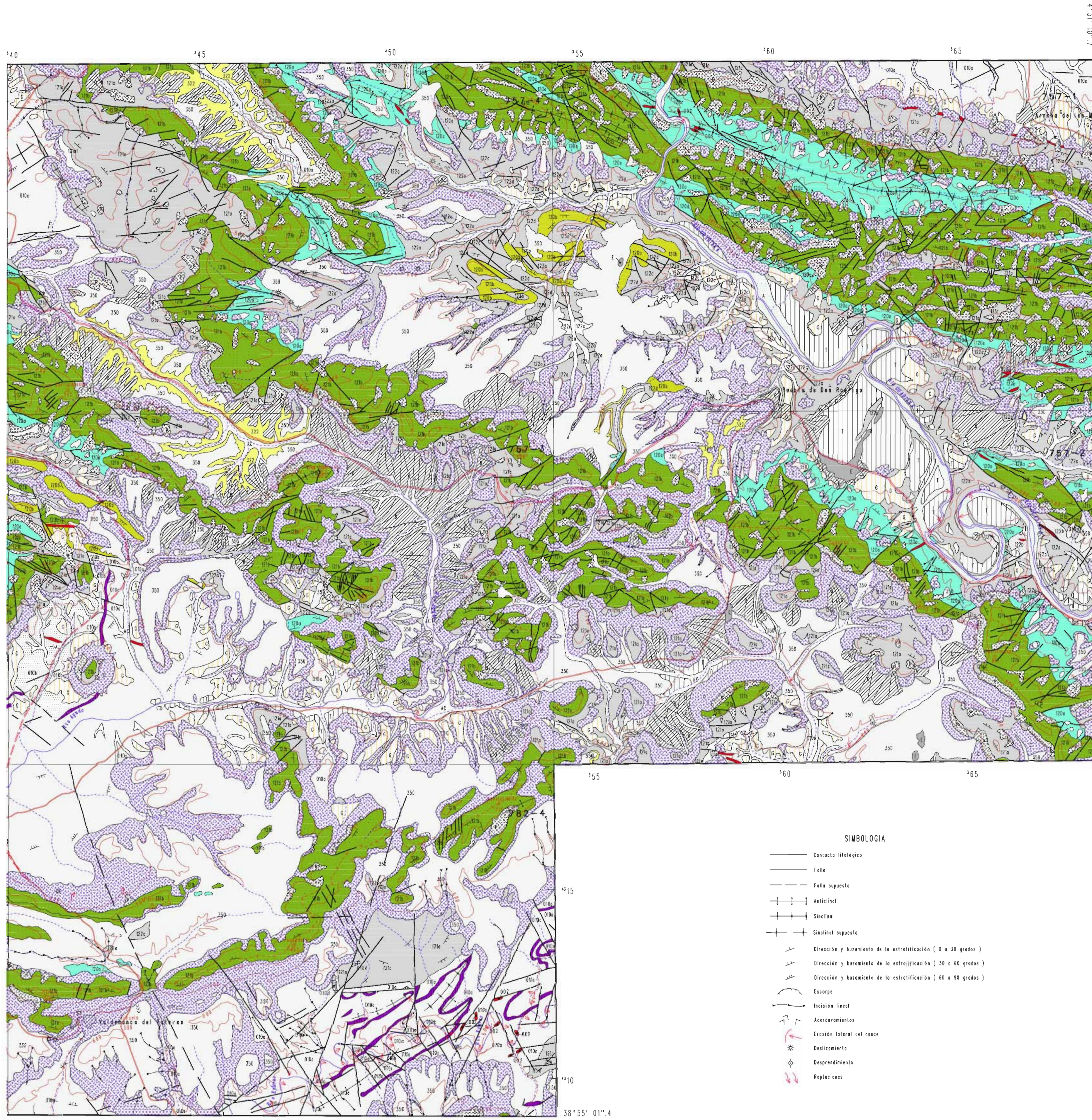
El movimiento superficial y profundo de las aguas de lluvia se reseña en la descripción de las distintas formaciones litológicas. Conviene resaltar que los datos disponibles para una correcta localización de los niveles freáticos del Tramo y sus periódicas variaciones en relación con las distintas épocas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

8. PLANOS

MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL
(ESCALA 1:50.000)

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR
(ESCALA 1:200.000)

ESQUEMA GEOTECNICO
(ESCALA 1:200.000)

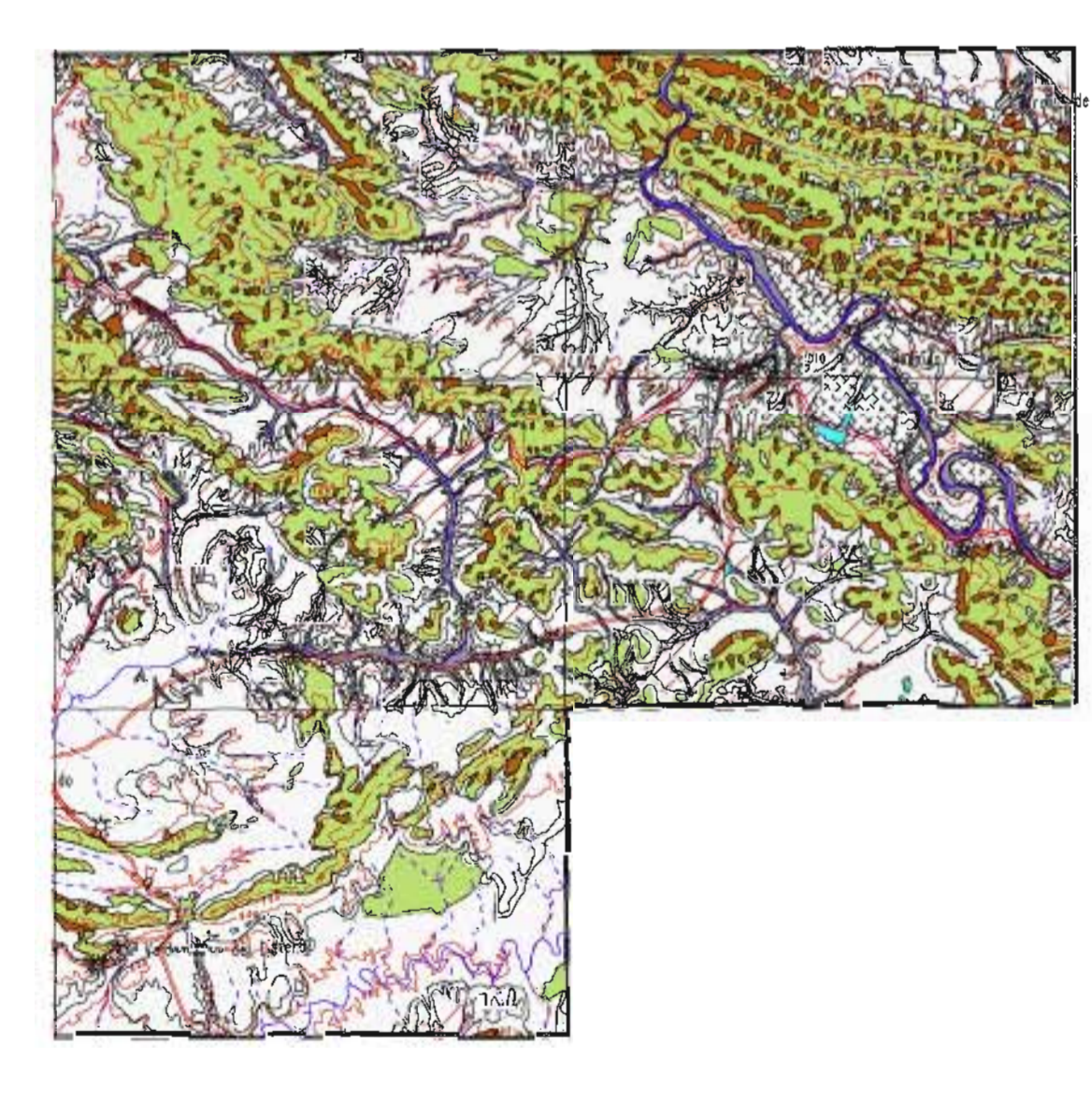


LEYENDA
Suelos formados sobre gravas y arenas. Líneas y grietas moderadamente...

LEYENDA
Aluviones actuales, fondos de valle, terrazas fluviales y zonas...

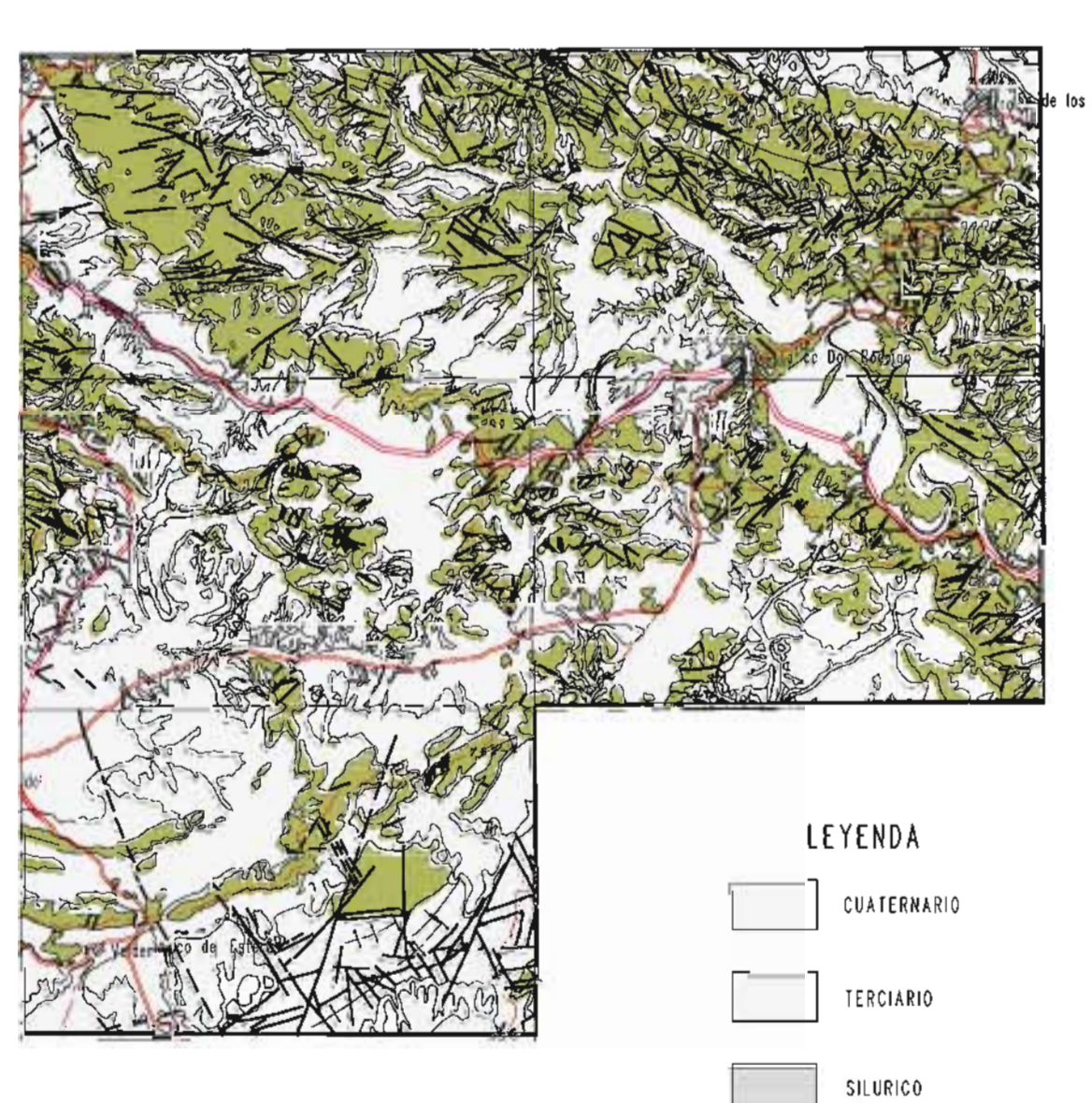
SIMBOLOGIA
Contacto litológico, Falda, Faja supuesta, Anticlinal, Sinclinal, Dirección y buzamiento de la estratificación (0 a 30 grados)...

ESQUEMA GEOMORFOLOGICO
(ESCALA 1:200.000)



LEYENDA
SIERRAS, Areas de morfología escarpada y valles, Terrenos entre sierras rodeadas en el...

ESQUEMA GEOLOGICO
(ESCALA 1:200.000)



LEYENDA
CUATERNARIO, TERCARIO, SILEURCO, ORODICO, PRECAMBRICO

DEPOSITOS RECIENTES
ALUMINOS ACTUALES Y LINEAM ALUAL, Cuadrados por grava de aluvión cuarcítico y matriz arena limosa...
ALUMINIL - COLUVIAL (Fondos de valle), Aluviones en fondos de arroyo y repedros consolidados por grava...

MINISTERIO DE FOMENTO, DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS, ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS, ITINERARIO: MELIDA - CIUDAD REAL, TRAMO: HERRERA DEL DUQUE - PUEBLA DE DON RODRIGO, CONSULTOR: U.T.E. INECO - INGEMISA, CUADRANTES: HOJA: 757-1, HOJA: 757-2, HOJA: 757-3, HOJA: 757-4, HOJA: 782-4, MAPA LITOLOGICO - ESTRUCTURAL Y ESQUEMAS COMPLEMENTARIOS, ESCALAS: 1:50.000 ORIGINAL, 1:200.000 GRAFICA, FECHA: MAYO 1958, J. MARTIN CONTRERAS, SA SANJAMARIA ARIAS

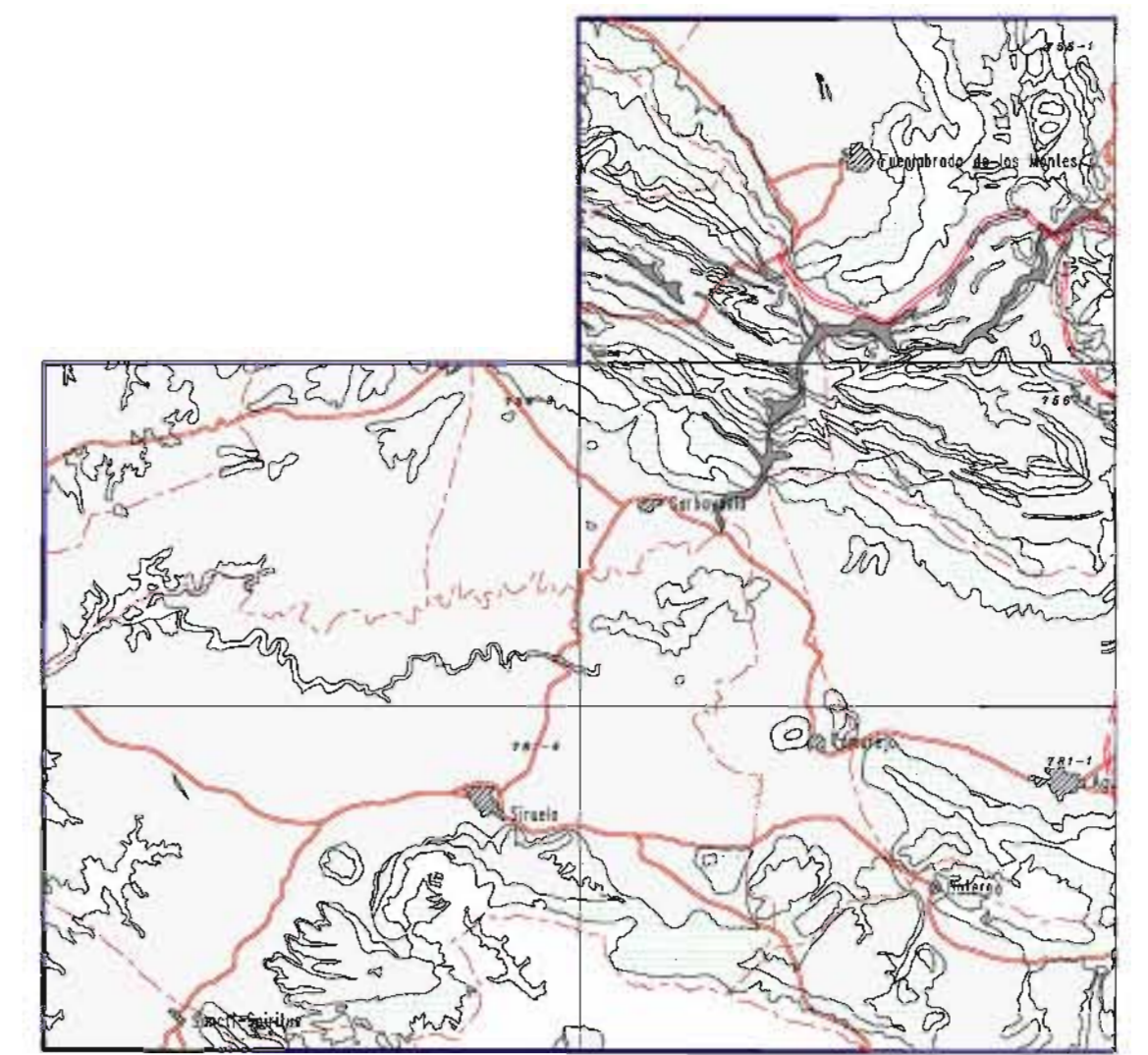
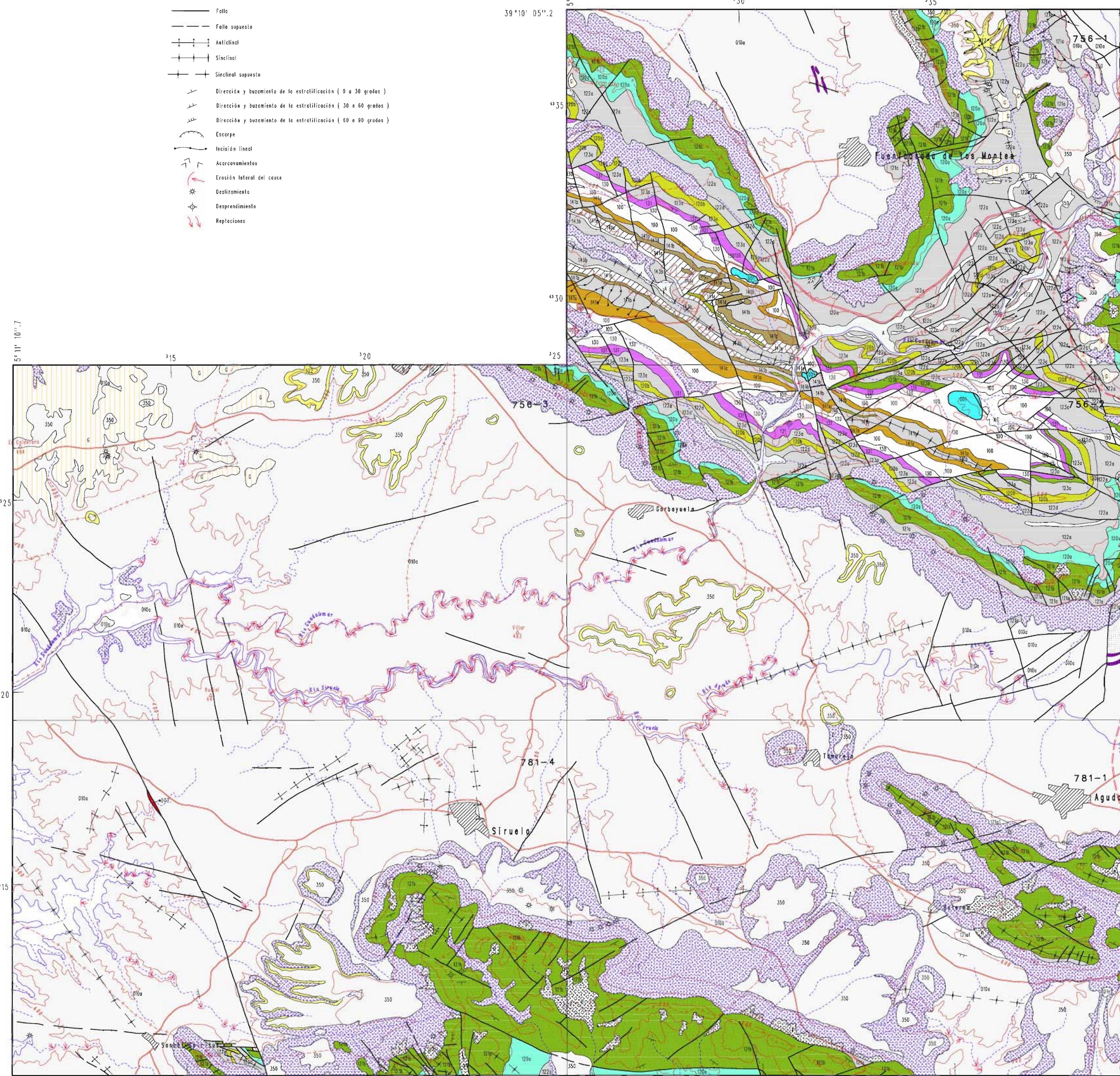
MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL (ESCALA 1:50.000)

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR (ESCALA 1:200.000)

ESQUEMA GEOTECNICO (ESCALA 1:200.000)

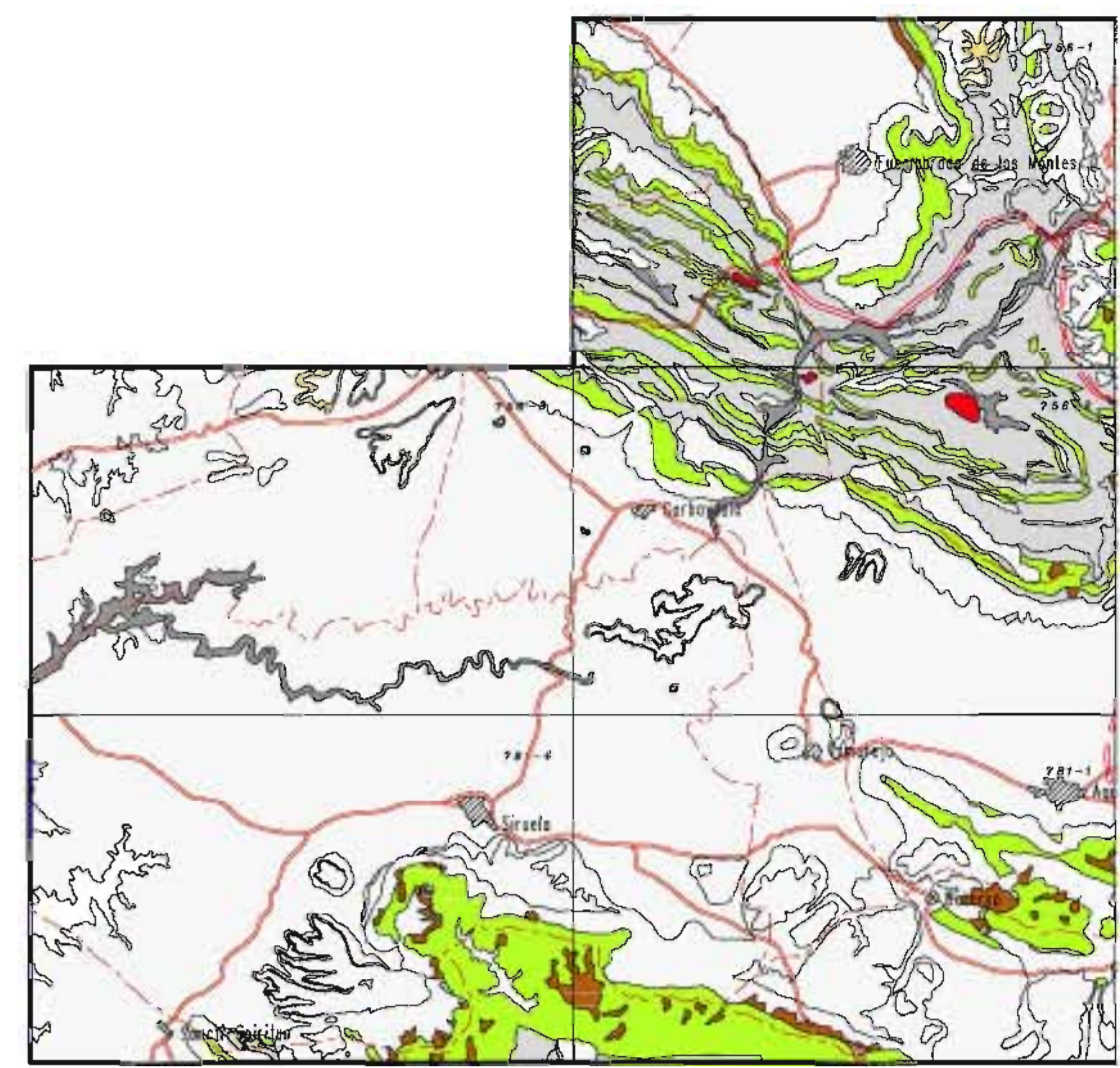
SIMBOLOGIA

- Contacto litológico
- Falla
- Falla suspensa
- Anticlinal
- Sincinal
- Sincinal supersto
- Dirección y buzamiento de la estratificación (0 a 30 grados)
- Dirección y buzamiento de la estratificación (30 a 60 grados)
- Dirección y buzamiento de la estratificación (60 a 90 grados)
- Escarp
- Decisión lineal
- Accoramiento
- Erosión lateral del cauce
- Deschisamiento
- Desprendimiento
- Repeticiones



LEYENDA

- Suelos formados sobre estratos y terciarios. Líneas y arcos moderadamente firmes, sobre arenas depuestas de gran y grueso. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia poco cohesiva.
- Suelos formados sobre fangos de valle y arena andorrana. Líneas y arcos débiles. Muy permeables. Resistencia moderada. Buzamiento a alta inclinación en dirección al mar. Permeabilidad baja.
- Suelos formados sobre arenas y arenas arenosas. Líneas y arcos débiles. Muy permeables. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia poco cohesiva.
- Suelos desmenuzados en bloques sobre calizas, formados por calizas con arenisca y marga. Líneas y arcos débiles. Muy permeables. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia poco cohesiva.
- Suelos formados sobre margas y calcizas. Líneas y arcos débiles. Muy permeables. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia poco cohesiva.
- Suelos de origen de arenisca. Líneas y arcos débiles. Muy permeables. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia poco cohesiva.
- Suelos de origen de arenisca. Líneas y arcos débiles. Muy permeables. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia poco cohesiva.



LEYENDA

- Aluviones recientes, limos de valle, arenas gruesas y gruesas arenosas. Permeabilidad alta y muy alta, con problemas de erosión diferencial. Escarpes poco desarrollados. Cauce de detención, drenaje y riego. Materialmente formados esencialmente por arena y grava. Consistencia superficial débil o débil media. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada.
- Aluviones recientes, limos de valle, arenas gruesas y gruesas arenosas. Permeabilidad alta y muy alta, con problemas de erosión diferencial. Escarpes poco desarrollados. Cauce de detención, drenaje y riego. Materialmente formados esencialmente por arena y grava. Consistencia superficial débil o débil media. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada.
- Aluviones recientes, limos de valle, arenas gruesas y gruesas arenosas. Permeabilidad alta y muy alta, con problemas de erosión diferencial. Escarpes poco desarrollados. Cauce de detención, drenaje y riego. Materialmente formados esencialmente por arena y grava. Consistencia superficial débil o débil media. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada.
- Aluviones recientes, limos de valle, arenas gruesas y gruesas arenosas. Permeabilidad alta y muy alta, con problemas de erosión diferencial. Escarpes poco desarrollados. Cauce de detención, drenaje y riego. Materialmente formados esencialmente por arena y grava. Consistencia superficial débil o débil media. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada.

LEYENDA

<p>DEPOSITOS RECIENTES</p> <p>A ALUVIONES RECENTES Y LAVAS ALBUINA. Constituidos por grava de estratos cuarcíticos y matriz arenosa-limosa. Se han erigido junto a cascadas, las borras de grava y la balsa de arena. Materialmente arenoso y no cohesivo. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Escarpes moderados. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>AC ALBUINA - OVALVA. (Flecos de valle). Avuiones en flecos de arena y grava depositados por gran y canto pedregoso, predominantemente cuarcítico. Cauce, pizarras y granizos, con alta proporción de matriz de arena y limosa. Materialmente arenoso y no cohesivo. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>D GLACIS. Depósito tipo colada-glacia. Formado por gran y canto pedregoso de cuarcita y caliza, con matriz arenosa, predominantemente arenosa arenosa y no cohesiva. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>C CUBANA. Se trata de depósitos de gran y canto pedregoso de cuarcita y caliza, con matriz arenosa, predominantemente arenosa arenosa y no cohesiva. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>P PERMICO. Depósito formado esencialmente por fragmentos de cuarcita, conglomerados y arena. Se trata de areniscos en los fondos de las barreras de arena y barreras de arena. Materialmente arenoso y no cohesivo. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>FORMACIONES DETRITICAS</p> <p>322 Conglomerado de cuarcita con matriz arenosa o barroca arenosa, arenoso con arena desmenuzados y melinos de fango arenoso con cales cegras. Desmenuzados arenosos gruesos. Materialmente arenoso y no cohesivo. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>323a Grava con canto pedregoso disperso. Pellos con fragmentos ocasionales de cuarcita. Compuesto y firme arenoso. Materialmente arenoso y no cohesivo. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>323b Arena con cantos pedregosos dispersos. Pellos con fragmentos ocasionales de cuarcita. Compuesto y firme arenoso. Materialmente arenoso y no cohesivo. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>323c Arena con cantos pedregosos dispersos. Pellos con fragmentos ocasionales de cuarcita. Compuesto y firme arenoso. Materialmente arenoso y no cohesivo. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>323d Arena con cantos pedregosos dispersos. Pellos con fragmentos ocasionales de cuarcita. Compuesto y firme arenoso. Materialmente arenoso y no cohesivo. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>323e Arena con cantos pedregosos dispersos. Pellos con fragmentos ocasionales de cuarcita. Compuesto y firme arenoso. Materialmente arenoso y no cohesivo. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p>	<p>FORMACIONES PIZARRAS Y ESQUISTOSO-GRAUVAQUICAS</p> <p>143b Pizarra laminada con intercalaciones arenoso-areniscas y areniscas cuarcíticas. Materialmente firme arenoso y moderadamente fracturado. Grado de alteración moderado-avanzado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>143c Pizarra laminada con intercalaciones arenoso-areniscas y areniscas cuarcíticas. Materialmente firme arenoso y moderadamente fracturado. Grado de alteración moderado-avanzado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>143d Pizarra laminada con intercalaciones arenoso-areniscas y areniscas cuarcíticas. Materialmente firme arenoso y moderadamente fracturado. Grado de alteración moderado-avanzado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>143e Pizarra laminada con intercalaciones arenoso-areniscas y areniscas cuarcíticas. Materialmente firme arenoso y moderadamente fracturado. Grado de alteración moderado-avanzado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>143f Pizarra laminada con intercalaciones arenoso-areniscas y areniscas cuarcíticas. Materialmente firme arenoso y moderadamente fracturado. Grado de alteración moderado-avanzado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>143g Pizarra laminada con intercalaciones arenoso-areniscas y areniscas cuarcíticas. Materialmente firme arenoso y moderadamente fracturado. Grado de alteración moderado-avanzado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>143h Pizarra laminada con intercalaciones arenoso-areniscas y areniscas cuarcíticas. Materialmente firme arenoso y moderadamente fracturado. Grado de alteración moderado-avanzado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>143i Pizarra laminada con intercalaciones arenoso-areniscas y areniscas cuarcíticas. Materialmente firme arenoso y moderadamente fracturado. Grado de alteración moderado-avanzado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>143j Pizarra laminada con intercalaciones arenoso-areniscas y areniscas cuarcíticas. Materialmente firme arenoso y moderadamente fracturado. Grado de alteración moderado-avanzado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>143k Pizarra laminada con intercalaciones arenoso-areniscas y areniscas cuarcíticas. Materialmente firme arenoso y moderadamente fracturado. Grado de alteración moderado-avanzado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p>	<p>FORMACIONES ARENISCOSAS Y CUARCITAS</p> <p>1411 Cuarcita y arenisca arenosa, en capas desmenuzadas y laminadas. Materialmente firme arenoso y moderadamente fracturado. Grado de alteración moderado-avanzado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>1412 Cuarcita y arenisca arenosa, en capas desmenuzadas y laminadas. Materialmente firme arenoso y moderadamente fracturado. Grado de alteración moderado-avanzado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>1413 Cuarcita y arenisca arenosa, en capas desmenuzadas y laminadas. Materialmente firme arenoso y moderadamente fracturado. Grado de alteración moderado-avanzado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>1414 Cuarcita y arenisca arenosa, en capas desmenuzadas y laminadas. Materialmente firme arenoso y moderadamente fracturado. Grado de alteración moderado-avanzado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>1415 Cuarcita y arenisca arenosa, en capas desmenuzadas y laminadas. Materialmente firme arenoso y moderadamente fracturado. Grado de alteración moderado-avanzado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>1416 Cuarcita y arenisca arenosa, en capas desmenuzadas y laminadas. Materialmente firme arenoso y moderadamente fracturado. Grado de alteración moderado-avanzado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p>	<p>OTRAS FORMACIONES</p> <p>001 Bloques muy alterados. Alteraciones de calizas subalpinas y subalpinas. Cuarcita y arena blanda. Materialmente moderadamente fracturado y alterado. Permeabilidad alta y moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>002 Bloques muy alterados. Alteraciones de calizas subalpinas y subalpinas. Cuarcita y arena blanda. Materialmente moderadamente fracturado y alterado. Permeabilidad alta y moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p> <p>003 Bloques muy alterados. Alteraciones de calizas subalpinas y subalpinas. Cuarcita y arena blanda. Materialmente moderadamente fracturado y alterado. Permeabilidad alta y moderada. Resistencia moderada. Buzamiento moderado. Permeabilidad moderada. Resistencia moderada. Usos como predios y puentes gresos. (Estrato inferior. P.a. 0,5 a 3 m)</p>
---	--	---	---



Ministerio de Fomento
Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transporte
Dirección General de Carreteras