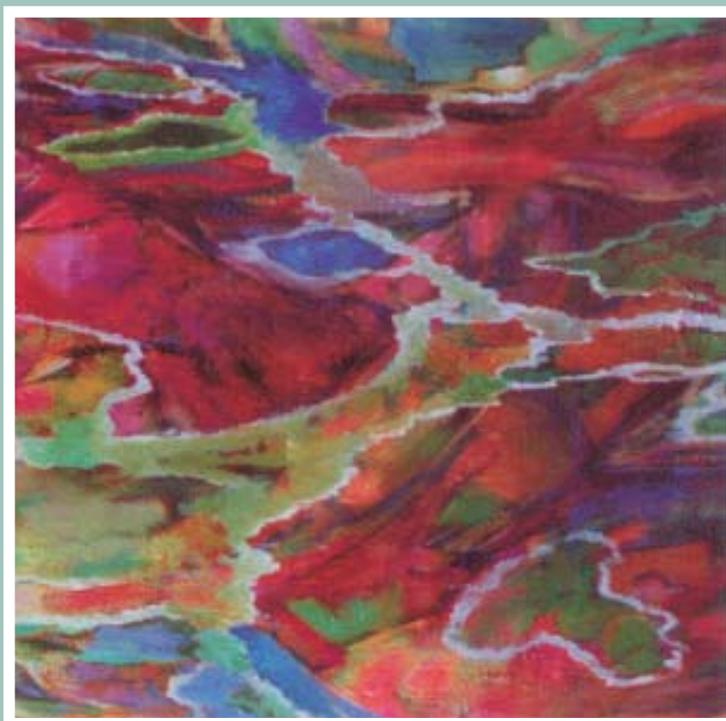


Estudio Previo de Terrenos

Itinerario Tordesillas-Zamora
Tramo: Tordesillas-Zamora



**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 Tordesillas-Zamora
Tramo: Tordesillas-Zamora



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

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	4
2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL TRAMO	7
2.1. CLIMATOLOGIA	7
2.2. TOPOGRAFIA	16
2.3. GEOMORFOLOGIA.....	16
2.4. ESTRATIGRAFÍA	18
2.5. TECTÓNICA	23
2.6. SISMICIDAD.....	24
3. ESTUDIO DE ZONAS.....	28
3.1. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO	28
3.2. ZONA 1: ZONA DE MORFOLOGÍA ACCIDENTADA.....	28
3.2.1. Geomorfología.....	28
3.2.2. Tectónica.....	33
3.2.3. Columna estratigráfica	35
3.2.4. Grupos litológicos.....	35
3.2.5. Grupos geotécnicos	50
3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona	52
3.3. ZONA 2. ZONA DE MORFOLOGÍA MODERADAMENTE ACCIDENTADA	53
3.3.1. Geomorfología.....	53
3.3.2. Tectónica.....	55
3.3.3. Columna estratigráfica	58
3.3.4. Grupos litológicos.....	58
3.3.5. Grupos geotécnicos	71
3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona	74
3.4. ZONA 3: ZONA DE MORFOLOGÍA LLANA Y SUAVEMENTE ALOMADA	74
3.4.1. Geomorfología.....	74
3.4.2. Tectónica.....	77
3.4.3. Columna estratigráfica	77
3.4.4. Grupos litológicos.....	77
3.4.5. Grupos geotécnicos	94
3.4.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona	98

ÍNDICE (cont.)

	Pág.
3.5. ZONA 4. ZONA DE MORFOLOGÍA LLANA ASOCIADA A LA RED FLUVIAL PRINCIPAL	99
3.5.1. Geomorfología.....	99
3.5.2. Tectónica.....	102
3.5.3. Columna estratigráfica	102
3.5.4. Grupos litológicos.....	106
3.5.5. Grupos geotécnicos	113
3.5.6. Resumen de problemas geotécnicos	114
4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO	115
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRÁFICOS.....	115
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLÓGICOS	115
4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS	116
4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS.....	118
5. INFORMACIÓN SOBRE YACIMIENTOS	121
5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO	121
5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS.....	121
5.3. YACIMIENTOS GRANULARES	123
5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES	125
5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE.....	128
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	158
7. ANEJOS	159
7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS	160
7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS.....	163

1. INTRODUCCION

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

El Tramo Tordesillas-Zamora discurre en su totalidad por la provincia de Zamora (Figura 1.1) y comprende las siguientes Hojas y Cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Nº	Hoja	Cuadrantes
308	Villafáfila	3 (p)
340	Maganeses de la Lampreana	3 (p) y 4
369	Corese	2 (p), 3(p) y 4 (p)
370	Toro	3 (p)
397	Zamora	1 (p)
398	Castroño	4 (p)

(p) parte

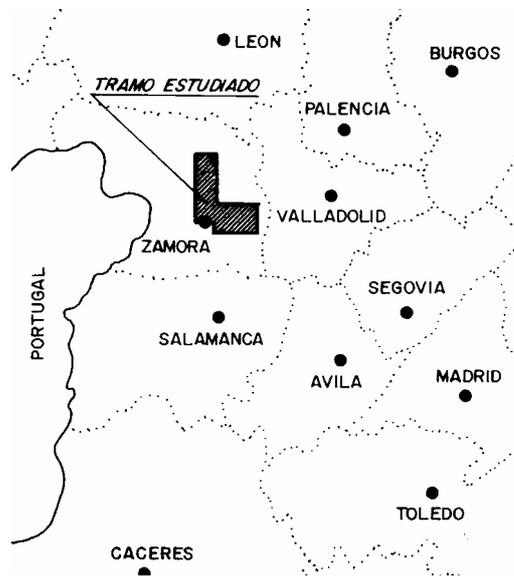


Fig.1.1. Esquema de situación del Tramo

La ejecución del Estudio se ha realizado siguiendo las siguientes fases:

- Recopilación y análisis de la bibliografía existente, tanto geológica como geotécnica, de la zona de estudio y de áreas próximas.
- Estudio fotogeológico sobre fotogramas aéreos a escala aproximada 1:33.000 del área de estudio.
- Comprobación del estudio fotogeológico, corrección del mismo y toma de datos en el campo, con la ayuda de planos a escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional, los cuales han servido de base topográfica para la confección de los mapas litológico-estructurales, a escala 1:50.000, que forman parte de los Planos que se adjuntan al final de la memoria.

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

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

Los resultados finales han sido plasmados en la presente Memoria, a la que se adjunta su cartografía correspondiente. La simbología de dicha cartografía corresponde a la inserta en el Pliego de Prescripciones Técnicas para los Estudios Previos de Terrenos, de la Dirección General de Carreteras, del Ministerio de Fomento.

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

- Capítulo 1: Introducción.
- Capítulo 2: Recoge las características generales del Tramo estudiado.
- Capítulo 3: Se divide el Tramo en Zonas de estudio, de acuerdo con los criterios geomorfológicos, y se hace un análisis pormenorizado, desde el punto de vista geológico-geotécnico, de las mismas.
- Capítulo 4: En base a los problemas topográficos, geomorfológicos y geotécnicos reconocidos en el Tramo, se sugieren aquellos corredores que parecen reunir mejores condiciones para la construcción de vías de comunicación.

- Capítulo 5: Se indican las canteras, los yacimientos de roca y granulares, y los materiales de préstamo que han sido recopilados durante la ejecución del Estudio. También se incluyen los análisis geotécnicos recogidos de diversos informes realizados en el Tramo.
- Capítulo 6: Incluye la bibliografía consultada.
- Capítulo 7: Recoge, en dos Apéndices, la simbología utilizada en las columnas estratigráficas, y los criterios empleados en las descripciones geotécnicas.

Asimismo la presente Memoria se acompaña de una cartografía consistente en dos planos geológico-estructurales, a escala 1:50.000, con sus correspondientes esquemas geológicos, geotécnicos, geomorfológicos y de suelos y formaciones de pequeño espesor, 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. Francisco Carmona Guillén
Licenciado 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. Pedro Lorenzo Abad
Licenciado en Ciencias Geológicas

2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL TRAMO

2.1. CLIMATOLOGIA

Para la redacción de este capítulo se han consultado las estaciones meteorológicas de: Granja de Moreruela, Zamora "Observatorio", Peleagonzalo y Pozuelo de Tábara, ésta última situada al Oeste unos 5 km fuera del Tramo, pertenecientes a la red del Instituto Nacional de Meteorología. Se ha intentado que las estaciones consultadas estén distribuidas por todo el Tramo, así como que contengan el mayor número posible de variables climáticas y que abarquen, como mínimo, periodos consecutivos de 30 años, que es el periodo estándar fijado por la Organización Meteorológica Mundial. Los cuadros del 1 al 4 muestran los datos resumen de dichas estaciones.

Las estaciones mencionadas muestran que las lluvias se reparten de manera irregular en el Tramo. Las dos estaciones situadas más al Norte, Granja de Moreruela y Pozuelo de Tábara, tiene una pluviometría semejante entre ellas, 469.9 mm y 472.1 mm respectivamente, pero sensiblemente superior a las situadas más al sur, correspondientes a Zamora "Observatorio" (350 mm) y Peleagonzalo (325 mm). En cualquier caso, las lluvias registradas son inferiores a la media nacional.

Los meses más lluviosos suelen ser Diciembre, Noviembre, Mayo y Octubre, excepto en la estación de Granja, que son Noviembre, Febrero, Diciembre y Abril; y los meses más secos corresponden a Agosto, Julio, Marzo y Septiembre. En los histogramas es significativo el descenso sistemático que se aprecia en el mes de Marzo. Las lluvias tienen lugar entre un promedio de 81.5 y 100.9 días al año.

La precipitación máxima en 24 horas oscila entre 58.2 mm y 95.3 mm.

La nieve se sucede desde el mes de Noviembre hasta Abril o Mayo, aunque los días de nieve al año son escasos, estando la media comprendida entre 2.3 y 4.2 días.

La niebla aparece en todo el Tramo, siendo más frecuente hacia el Sur. Por ejemplo, en las estaciones de Zamora y Peleagonzalo, la niebla llega a presentarse durante todos los meses del año, posiblemente debido a la influencia del río Duero.

En cuanto a las temperaturas, la única estación que no dispone de datos es la de Peleagonzalo.

La temperatura media anual es muy similar en todo el Tramo, oscilando entre 11.7 °C y 12.3 °C. Las mínimas medias mensuales están comprendidas entre 3.7 °C y 4.2 °C, y las máximas medias mensuales entre 21.3 °C y 22.3 °C.

La temperatura mínima extrema es de -15.2 °C y la máxima extrema de 43 °C.

En la Figura 2.1 se muestran los gráficos de precipitación y temperatura de las estaciones consultadas.

Para determinar las características climáticas del Tramo, se ha utilizado una clasificación que relaciona una serie de variables climáticas con la vegetación espontánea que aparece.

Las variables climáticas son:

- 1° Temperaturas medias del mes más frío
- 2° Precipitaciones caídas en los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto
- 3° Precipitaciones anuales
- 4° Temperaturas medias del mes más cálido

Los valores de estas variables son los siguientes:

	Mes frío	Mes cálido	P. verano	P. anual
Granja	4° C	22.3° C	111.4 mm	469.9 mm
Pozuelo	3.7° C	21.3° C	110.0 mm	472.1 mm
Zamora	4.2° C	21.8° C	90.2 mm	350.0 mm
Peleagonzalo			85.0 mm	325.2 mm

La nomenclatura utilizada para designar a cada tipo de lima se ha intentado adaptar a la clasificación climática de Köppen, matizados con un empleo de subíndices de significado análogo a las clasificaciones numéricas de Thran. La expresión cualitativa de las modalidades climáticas estacionales o anuales se formula siguiendo, en general, la nomenclatura del ingeniero de Montes Sr. González Vázquez.

El cuadro 5 muestra la nomenclatura utilizada para designar a cada tipo de clima.

Combinando las variables climáticas pueden distinguirse tres subtipos climáticos, con las siguientes características:

- C₁ S₂ S₃ a₁: Clima de invierno templado-frío, verano templado-cálido y subseco, y año seco (estación de Granja de Moreruela).
- C₁ S₂ S₃ b₁: Clima de invierno templado-frío, verano templado y subseco, y año seco (estación de Pozuelo de Tábara).
- C₁ S₃ S₄ b₁: Clima de invierno templado-frío, verano templado y seco, y año peraseco (estaciones de Zamora y de Peleagonzalo).

CUADRO 1.

**DATOS DE PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS DEL AÑO MEDIO (PERÍODO 1963 - 1995),
CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE GRANJA DE MORERUELA**

DATOS ESTACIÓN GRANJA DE MORERUELA 1963-1995

MES	PRECIPITACIÓN (mm)				N° DE DÍAS DE											TEMPERATURA (°C)					
	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA 24 H	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCÍO	ESCARCHA	NIEVE EN EL SUELO	PRECIPITABLE SIN ESPECIFICAR	EXTREMAS		OSCILACIONES		VALORES MEDIOS			
														MÁXIMA	MÍNIMA	EXTREMA	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA	
ENE	47,8	156,3	0,2	36,6	9,0	1,0	0,1	0,1	5,6	0,0	0,0	0,4	0,0	17,0	-15,2	32,2	16,2	11,7	-4,5	4,0	
FEB	53,3	200,1	2,8	43,2	9,1	0,9	0,4	0,1	1,4	0,0	0,0	0,4	0,0	20,0	-12,2	32,2	16,9	14,0	-2,9	5,8	
MAR	27,5	100,9	0,6	24,5	7,3	0,6	0,4	0,4	0,5	0,0	0,0	0,3	0,0	25,0	-8,0	33,0	19,9	17,8	-2,1	7,9	
ABR	49,4	204,0	0,9	53,5	10,0	0,1	0,5	1,6	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	30,0	-6,2	36,2	20,3	20,8	0,5	10,0	
MAY	47,4	125,9	3,0	37,0	10,5	0,1	0,3	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,0	-2,4	40,4	25,1	29,0	3,9	14,0	
JUN	35,2	84,0	1,5	42,2	7,9	0,0	0,1	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,0	2,6	36,4	23,8	31,7	7,9	18,1	
JUL	17,6	83,7	0,2	44,2	4,8	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,0	4,0	39,0	26,3	36,3	10,0	22,3	
AGO	11,2	37,6	0,0	26,0	3,4	0,0	0,1	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,0	5,2	36,8	26,3	35,8	9,5	21,7	
SEP	30,4	97,8	0,6	46,0	6,9	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,0	-0,5	39,5	25,9	32,8	6,9	18,1	
OCT	45,5	123,2	0,7	49,5	10,2	0,0	0,0	0,6	0,8	0,0	0,2	0,0	0,0	32,0	-5,0	37,0	26,4	27,8	1,4	13,1	
NOV	54,2	215,8	0,4	75,5	9,0	0,3	0,1	0,2	3,0	0,0	0,4	0,1	0,0	24,2	-6,5	30,7	19,3	18,2	-1,1	8,0	
DIC	50,4	205,2,0	0,0	95,3	8,7	0,6	0,2	0,1	5,2	0,0	0,0	0,3	0,1	19,2	-10,0	29,2	16,2	11,7	-4,5	4,8	
ANUAL	469,9	-	-	95,3	96,8	3,6	2,2	20,5	16,5	0,0	0,7	1,6	0,1	43,0	-15,2	58,2	21,9	24,0	2,1	12,3	

CUADRO 2.
DATOS DE TEMPERATURAS DEL AÑO MEDIO (PERÍODO 1972 - 1995),
CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE POZUELO DE TÁBARA

ESTACIÓN POZUELO DE TÁBARA 1972-1995

MES	PRECIPITACIÓN (mm)				N° DE DÍAS DE										TEMPERATURA (°C)					
	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA 24 H	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORRENTA	NIEBLA	ROCÍO	ESCARCHA	NIEVE EN EL SUELO	PRECIPITABLE SIN ESPECIFICAR	EXTREMAS		OSCILACIONES		VALORES MEDIOS		
														MÁXIMA	MÍNIMA	EXTREMA	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA
ENE	47,2	128,0	0,0	48,1	7,1	0,8	0,0	0,0	6,8	1,5	18,4	0,4	0,1	15,0	-12,0	27,0	16,6	10,4	-6,2	3,7
FEB	47,8	166,6	6,5	25,5	8,7	0,7	0,0	0,0	1,4	3,1	14,1	0,3	0,0	19,5	-11,0	30,5	18,2	13,1	-5,1	5,5
MAR	21,8	93,9	0,0	23,3	5,8	0,2	0,1	0,4	0,4	8,0	12,1	0,3	0,0	25,5	-9,5	35,0	18,2	13,1	-5,1	5,5
ABR	48,3	174,9	10,2	46,2	9,0	0,1	0,3	0,7	0,1	12,1	6,3	0,0	0,1	30,0	-6,5	36,5	20,3	20,3	0,0	9,7
MAY	51,1	107,6	5,8	36,4	9,5	0,0	0,1	2,5	0,1	17,3	1,0	0,0	0,0	33,0	-9,5	42,5	20,3	24,8	4,5	13,3
JUN	30,8	91,7	6,0	50,0	5,7	0,0	0,2	2,7	0,0	9,3	0,0	0,0	0,1	37,0	1,5	35,5	24,3	30,9	6,6	17,8
JUL	15,9	51,6	0,0	36,5	3,1	0,0	0,0	2,4	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	39,5	2,5	37,0	23,6	32,6	9,0	21,3
AGO	12,2	52,9	0,0	33,5	2,8	0,0	0,0	2,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	39,5	4,0	35,5	22,2	32,3	10,1	21,1
SEP	30,6	105,1	0,0	47,0	4,8	0,0	0,1	1,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	39,0	-1,0	40,0	24,0	30,1	6,1	17,9
OCT	50,8	142,0	0,8	40,5	9,0	0,0	0,0	0,3	0,8	8,7	1,7	0,0	0,0	30,0	-4,5	34,5	20,3	22,8	2,5	12,4
NOV	52,3	154,9	0,0	33,3	7,7	0,2	0,0	0,1	4,0	7,7	9,9	0,1	0,0	21,5	-7,0	28,5	16,5	15,5	-1,0	7,6
DIC	63,3	197,0	0,0	64,5	8,3	0,3	0,0	0,1	7,8	2,5	15,0	0,2	0,0	19,0	-9,0	28,0	14,6	11,4	-3,2	4,9
ANUAL	47,1	-	-	64,5	81,5	2,3	0,9	11,9	21,4	74,2	78,5	1,3	0,3	39,5	-12,0	51,5	19,9	21,4	1,5	11,7

CUADRO 3.
DATOS DE TEMPERATURAS DEL AÑO MEDIO (PERÍODO 1909 - 1995),
CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE ZAMORA

ESTACIÓN POZUELO DE ZAMORA 1909-1995

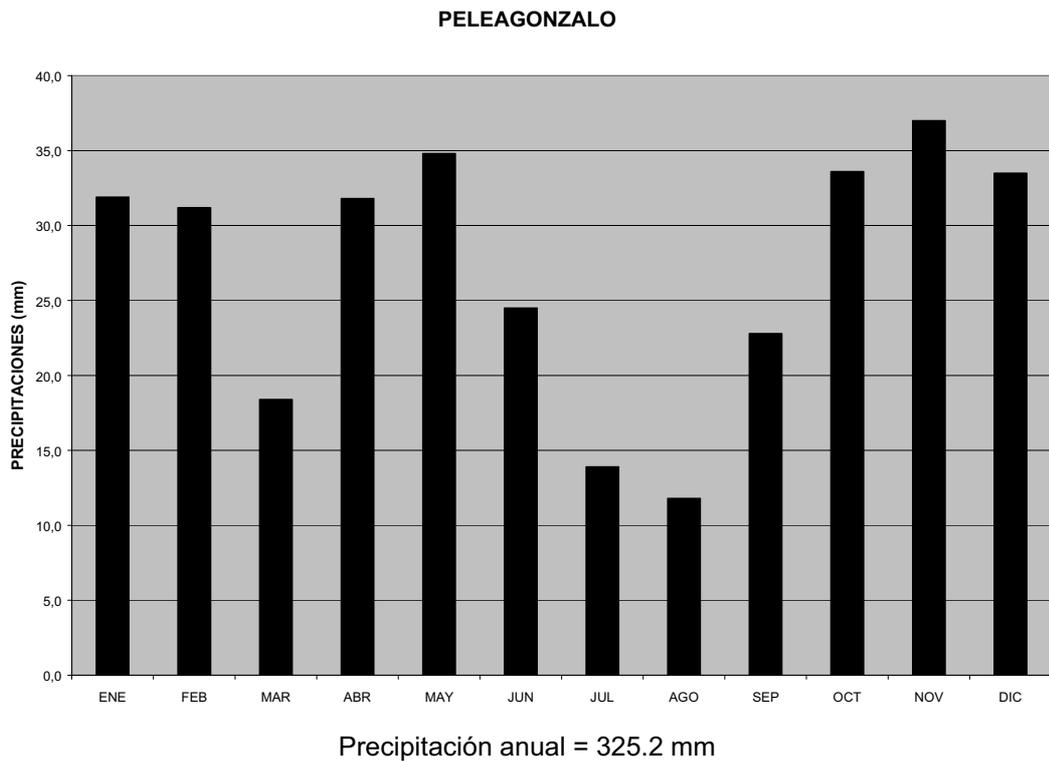
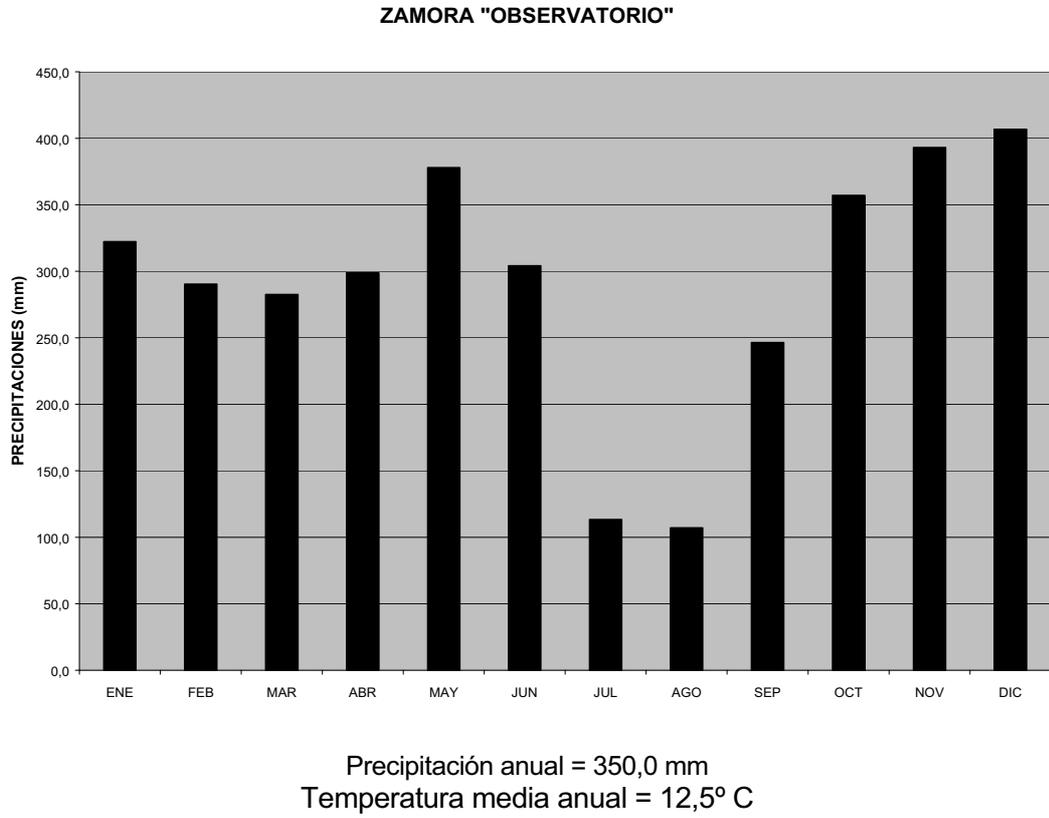
MES	PRECIPITACIÓN (mm)				Nº DE DÍAS DE										TEMPERATURA (°C)					
	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA 24 H	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCÍO	ESCARCHA	NIEVE EN EL SUELO	PRECIPITABLE SIN ESPECIFICAR	EXTREMAS		OSCILACIONES		VALORES MEDIOS		
														MÁXIMA	MÍNIMA	EXTREMA	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA
ENE	32,2	144,7	0,0	45,8	9,9	1,2	0,1	0,0	6,8	1,3	6,2	0,4	0,2	17,0	-13,4	30,4	14,6	10,9	-3,7	4,2
FEB	29,0	126,0	0,5	33,4	9,1	1,3	0,2	0,1	3,1	1,9	3,8	0,2	0,1	23,5	-9,8	33,3	20,9	15,7	-5,2	5,9
MAR	28,3	97,8	0,0	25,4	9,8	0,5	0,2	0,1	2,0	3,0	1,5	0,1	0,0	26,3	-7,4	33,7	21,7	18,7	-3,0	8,6
ABR	29,9	81,8	0,0	39,3	10,2	0,1	0,5	0,6	1,3	2,1	0,2	0,0	0,0	30,4	-4,0	34,4	20,0	22,3	2,3	10,8
MAY	37,8	103,9	5,4	42,0	10,8	0,0	0,4	1,4	0,7	1,5	0,0	0,0	0,0	34,0	-2,1	36,1	19,8	24,9	5,1	14,3
JUN	30,4	96,3	0,0	59,1	7,1	0,0	0,2	2,2	0,4	0,8	0,0	0,0	0,0	38,0	2,4	35,6	23,5	30,3	6,8	18,6
JUL	11,3	97,3	0,0	34,1	3,6	0,0	0,1	1,7	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	41,0	5,1	35,9	23,3	33,3	10,0	21,8
AGO	10,7	55,6	0,0	39,0	3,3	0,0	0,1	1,3	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	39,2	5,0	34,2	24,5	34,8	10,3	21,5
SEP	24,7	114,6	0,0	44,3	6,3	0,0	0,1	0,9	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	38,0	1,2	36,8	26,2	32,3	6,1	18,2
OCT	35,7	107,3	0,6	58,0	9,9	0,0	0,0	0,2	2,8	3,7	0,1	0,0	0,0	31,0	-4,2	35,2	19,2	23,3	4,1	13,2
NOV	39,3	182,0	0,1	42,5	10,2	0,3	0,1	0,0	5,3	3,4	2,3	0,0	0,1	22,6	-7,5	30,1	17,4	16,5	-0,9	7,8
DIC	40,7	212,6	0,0	60,0	10,7	0,8	0,1	0,1	6,3	2,1	4,5	0,2	0,2	20,0	-10,4	30,4	15,4	12,4	-3,0	4,9
ANUAL	350,0	-	-	60	100,9	4,2	2,1	8,6	29,6	21,5	18,6	0,9	0,6	41,0	-13,4	54,4	20,5	23,0	2,4	12,5

CUADRO 4.
DATOS DE TEMPERATURAS DEL AÑO MEDIO (PERÍODO 1961 - 1995),
CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE PELEAGONZALO

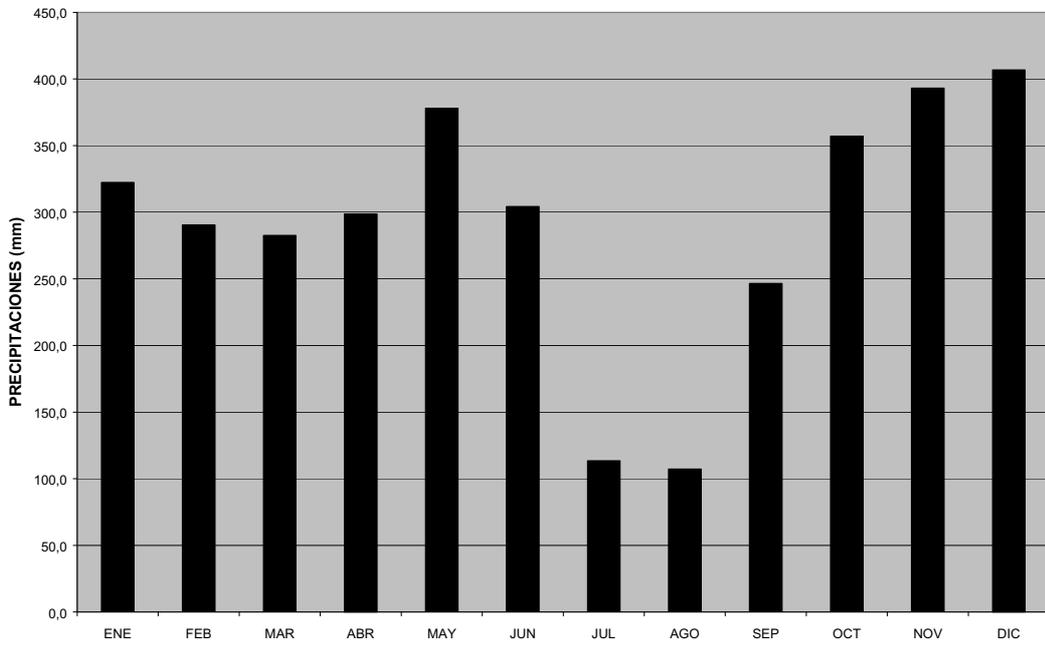
ESTACIÓN POZUELO DE PELEAGONZALO 1961-1995

MES	PRECIPITACIÓN (mm)				Nº DE DÍAS DE										PRECIPITABLE SIN ESPECIFICAR
	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA 24 H	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCÍO	ESCARCHA	NIEVE EN EL SUELO			
ENE	31,9	102,4	1,2	25,3	7,6	1,0	0,1	0,0	9,1	4,6	14,0	1,0	0,0		
FEB	31,2	98,3	0,2	22,5	8,1	1,1	0,3	0,1	3,0	3,3	10,6	0,4	0,0		
MAR	18,4	64,7	1,1	22,8	6,7	0,6	0,6	0,1	2,2	4,0	8,0	0,1	0,0		
ABR	31,8	96,8	3,9	23,4	9,1	0,2	0,7	1,0	0,9	5,9	5,6	0,0	0,0		
MAY	34,8	86,9	5,7	31,4	9,7	0,0	0,7	2,3	0,5	4,6	0,6	0,0	0,0		
JUN	24,5	76,3	0,2	27,3	6,6	0,0	0,1	2,9	0,9	3,5	0,0	0,0	0,0		
JUL	13,9	58,4	0,0	58,2	3,0	0,0	0,1	2,5	0,4	1,4	0,0	0,0	0,0		
AGO	11,8	55,1	0,0	26,0	2,8	0,0	0,1	2,0	0,4	1,0	0,0	0,0	0,0		
SEP	22,8	83,2	0,1	38,3	5,0	0,0	0,0	0,9	1,0	1,9	0,0	0,0	0,0		
OCT	33,6	123,8	0,3	34,4	8,7	0,0	0,1	0,3	3,1	5,8	1,7	0,0	0,0		
NOV	37,0	101,2	0,0	35,2	8,1	0,1	0,2	0,1	7,3	8,0	8,7	0,0	0,0		
DIC	33,5	127,1	0,2	48,2	8,8	0,3	0,2	0,1	10,4	8,1	11,9	0,1	0,0		
ANUAL	325,2	-	-	58,2	84,2	3,3	3,2	12,3	39,2	52,1	61,1	1,6	0,0		

Figura 2.1. Gráficos de precipitación y temperaturas de las estaciones consultadas

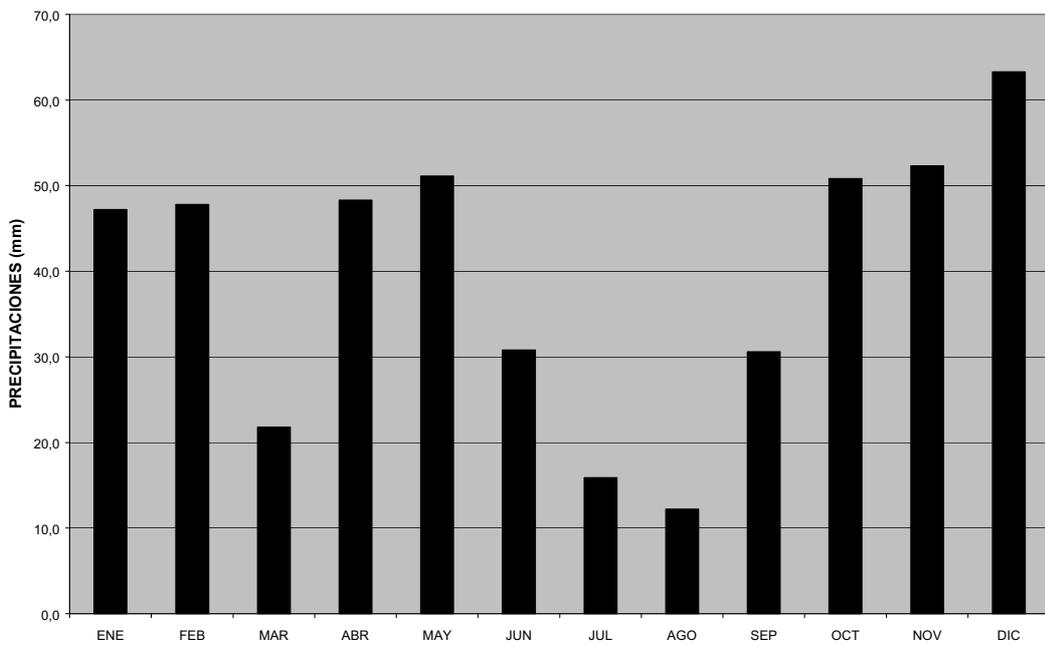


GRANJA DE MORERUELA



Precipitación anual = 469,9 mm
Temperatura media anual = 12,3 ° C

POZUELO DE TABARA



Precipitación anual = 472,1 mm
Temperatura media anual = 11,7° C

RÉGIMEN TÉRMICO				
De invierno		Calificación estacional	De verano	
Símbolo	Temperatura mes más frío		Temperatura mes más cálido	Símbolo
	° C		° C	
-	-	Cálido	≥ 26	a ₃
C ₄	≥ 10	Cálido-Templado	26-24	a ₂
C ₃	10-7	Templado-Cálido	24-22	a ₁
C ₂	7-5	Templado	22-20	b ₁
C ₁	5-3	Templado-Frío	20-18	b ₂
D ₁	3-0	Frío-Templado	18-15	b ₃
D ₂	< 0	Frío	< 15	b ₄

RÉGIMEN PLUVIOMÉTRICO				
De Verano		Calificación estacional	Anual	
Símbolo	Precipitaciones (mm)		Precipitaciones (mm)	Símbolo
s ₅	≤ 50	Árido	≤ 300	s ₅
s ₄	50-75	Perseco	300-400	s ₄
s ₃	75-100	Seco	400-600	s ₃
s ₂	100-150	Subseco	600-800	s ₂
s ₁	150-200	Subhúmedo	800-1.000	s ₁
f ₁	200-300	Húmedo	1.000-1.500	f ₁
f ₂	> 1.500	Muy húmedo	> 1.500	f ₂

CUADRO 5. NOMENCLATURA DE LOS CLIMAS

2.2. TOPOGRAFIA

El Tramo objeto de estudio corresponde a una banda en forma de "L", que comienza unos 3.5 Km al Este de Toro y finaliza a 9 Km al Sur de Benavente, y discurre , a "grosso modo", paralelamente a las carreteras N-122 y N-630.

Desde el punto de vista topográfico, el área que abarca el Estudio se caracteriza por presentar una topografía entre llana y, en menor medida, accidentada, que se desarrolla entre las cotas de 630 m y 810 m aproximadamente.

Se distinguen tres zonas topográficas: dos dentro de la depresión del Duero y otra perteneciente a los relieves precámbricos y paleozoicos de la Zona Centroibérica del Macizo Hespérico.

La primera zona diferenciada abarca desde el inicio del Tramo, en las inmediaciones de Toro, hasta aproximadamente el meridiano que une los pueblos de Algodre y Sanzoles. Corresponde una plataforma de altitud media elevada, seccionada por el río Duero. Al norte de dicho río las cotas topográficas se sitúan entre los 740 m y los 790 m que se alcanzan en el monte Mayo, creciendo la altitud hacia el W. En el otro margen del río Duero, el relieve crece progresivamente en sentido Sur, hasta alcanzar cotas alrededor de los 800 m (monte de Peñatejada, Camino del Monte, etc).

El río Duero discurre por la primera mitad del Tramo, en sentido E-W, por un pasillo que con una altitud media de 635 m, encierra las cotas más bajas de todo el Tramo.

Esta plataforma está seccionada por arroyos relativamente profundos, que quiebran la monotonía del paisaje y producen escarpes locales cuyos desniveles alcanzan los 120 m de altura.

La segunda zona aparece al Sur de Zamora y del río Duero, y se extiende hacia el Norte hasta el final del Tramo, coincidiendo aproximadamente con la N-630. Presenta una topografía llana, con cotas que oscilan entre los 660 m y 735 m aproximadamente. El terreno es relativamente homogéneo, roto por la presencia de arroyos poco profundos y algunos cerros testigo. En esta zona los desniveles no suelen superar los 40 m de altura.

Por último, la tercera zona aparece a modo de manchones por el borde occidental del Tramo. Corresponde a las sierras de cuarcitas y pizarras que emergen de los terrenos terciarios. La cota máxima de esta zona, y del Tramo, se alcanza en el monte Valmasedo, con 809 m de altitud. Los desniveles máximos que hay salvar, en espacios relativamente cotos, son inferiores a los 100 m.

2.3. GEOMORFOLOGIA

Dentro del Estudio se han podido diferenciar cuatro zonas con características geomorfológicas propias, estrechamente ligadas con la topografía y condicionadas principalmente por la litología y tectónica de los materiales, así como los procesos de erosión-sedimentación que han tenido lugar a lo largo de su historia geológica.

I) Zona metamórfica de morfología accidentada

Corresponde a los afloramientos paleozoicos que afloran en la parte occidental del Tramo. Presentan una morfología accidentada, configurada por una sucesión de sierras montañosas, cuya orientación, en sentido WNW-ESE, obedece al plegamiento de los materiales.

Las pizarras y esquistos dan lugar a cerros de cumbres suavizadas, mientras que las cuarcitas originan cerros de aspecto más agreste, debido a su mayor resistencia frente a la erosión.

La red de drenaje se encaja profundamente en estos materiales, originando valles estrechos y angostos, de paredes verticales.

II) Zona de morfología moderadamente accidentada

Se localiza en la mitad oriental del Tramo y se trata de una plataforma de altitud media elevada, que ha sido seccionada por la red de drenaje actual. El resultado es la formación de cerros tabulares y áreas llanas y alomadas, separadas por valles de fondo plano; la articulación entre el fondo de estos valles y la cima de los montes es a través de laderas muy pronunciadas, sobre todo en su parte más alta.

III) Zona de morfología llana y suavemente alomada

Esta zona se distribuye desde el sur de Zamora hasta el Norte del Tramo, y se caracteriza por tener una morfología tabular y ligeramente alomada. Las formas tabulares se deben a la existencia de un gran plano estructural constituido por los materiales paleógenos, mientras que los relieves ondulados son debidos a los materiales masivos y poco competentes de las "Facies Tierra de Campos". Posteriormente la sedimentación de la terrazas fluviales de los ríos actuales han acentuado mucho más el carácter tabular de esta Zona.

IV) Zona llana asociada a la red fluvial principal

Corresponde a los valles aluviales y terrazas asociadas a los ríos y arroyos principales del Tramo. Los aluviales y llanuras de inundación se disponen a modo de pasillos o corredores paralelos al cauce actual del río, mientras que las terrazas constituyen plataformas escalonadas en sentido transversal al mismo.

La morfología de esta zona es horizontal y los únicos resaltes morfológicos existentes se deben a antiguos meandros abandonados y a los escalones que articulan las terrazas bajas con las terrazas más elevadas.

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

2.4. ESTRATIGRAFÍA

En este apartado se señalan de un modo sucinto las distintas litologías que configuran el Tramo de Estudio, así como su inserción dentro de la columna estratigráfica general.

Las distintas formaciones que aparecen en el Tramo pertenecen al Precámbrico, Ordovícico, Paleoceno, Eoceno, Mioceno y Cuaternario.

Dentro del Precámbrico se han distinguido dos unidades, ambas de naturaleza metamórfica. La primera de ellas corresponde a un gneis de grandes fenocristales de feldespato, perteneciente a la formación "Ollo de sapo". La otra unidad está constituida por una sucesión de esquistos mineralizados, que intercalan diques de cuarzo.

A continuación aparece un conjunto de materiales que abarcan desde el Ordovícico Inferior hasta el Ordovícico Medio. Se trata de una litología bastante semejante y monótona, compuesta por una sucesión de pizarras, esquistos y filitas, que intercalan potentes niveles de cuarcitas.

Discordantes sobre los materiales anteriormente descritos aparecen los depósitos terciarios, en los que se han distinguido los siguientes episodios sedimentarios, todos ellos con importantes y rápidos cambios laterales de facies.

El Paleoceno está representado por una costra conglomerática ferralítica en su base, seguida de unas arenas algo arcillosas, con lentejones intercalados de gravas. A techo se localizan una formación silicificada, compuesta por una alternancia irregular de conglomerados y areniscas. Este último tramo solo aparece en la zona de Zamora capital.

La base del Eoceno es disconforme sobre los niveles silíceos, y comienza con unos limos arenosos que intercalan niveles centimétricos de margas. Localmente esta unidad se enriquece en carbonatos hacia el techo y culmina con margas y calizas de tonos blanquecinos, de escasa continuidad lateral. Seguidamente se depositan una serie de limos, arcillitas, arenas y margas, que hacia techo presentan frecuentes intercalaciones de areniscas y conglomerados.

El Mioceno basal está representado por un conjunto detrítico grueso, constituido por gravas y bolos con matriz gredosa rojiza, denominada "Conglomerados de Toro". En algunos puntos esta serie culmina en unas calizas arenosas, cuyo proceso de formación pudo ser semejante a los suelos de caliche.

El techo del Mioceno corresponde a las arcillas algo arenosas, de tonos amarillentos y rojizos, de las "Facies Tierra de Campos".

Por último, dentro del Cuaternario se incluyen todos los depósitos recientes de terrazas, aluviales, coluviales, aluvio-coluviales, conos de deyección y mantos eólicos, que recubren parcialmente a los materiales mencionados.

En la Figura 2.3 se representa la columna general del Tramo.

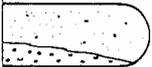
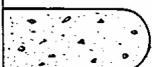
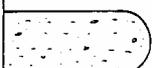
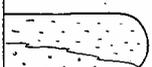
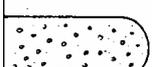
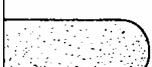
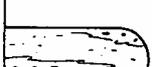
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	LITOLOGIA	EDAD	GRUPO	
			LITOLÓGICO	GEOTÉCNICO
	ALUVIAL GRUESO: GRAVAS, BOLOS Y ARENAS.	CUATERNARIO	A1	GT1
	ALUVIAL FINO: ARENAS Y ARCILLAS CON LENTEJONES DE GRAVAS.	CUATERNARIO	A2	GT2
	COLUVION: CANTOS Y BLOQUES METAMORFICOS CON MATRIZ ARENOSA O ARCILLOSA.	CUATERNARIO	c	GT3
	ALUVIO-COLUVIAL: ARCILLAS LIMOSAS Y ARENAS CON GRAVAS Y CANTOS DISP.	CUATERNARIO	ac	GT4
	ABANICO-ALUVIAL: ARENAS Y ARCILLAS CON GRAVILLAS DISPERSAS.	CUATERNARIO	aa	GT4
	GLACIS: ARCILLAS ARENOSAS CON GRAVAS Y BOLOS DISPERSOS.	CUATERNARIO	g	GT9
	MANTO EOLICO: ARENAS FINAS LIMPIAS Y MAL CALIBRADAS.	CUATERNARIO	e	GT5
	TERRAZA BAJA: GRAVAS Y BOLOS SILICEOS CON MATRIZ ARENOSA RECUBIERTOS POR LIMOS ARENOSOS.	CUATERNARIO	T2	GT1
	TERRAZA ALTA: GRAVAS Y BOLOS SILICEOS CON MATRIZ ARENOSA.	CUATERNARIO	t1	GT6
	CONO DE DEYECCION: LIMOS ARCILLOSOS Y ARENAS CON GRAVAS Y CANTOS DISPERSOS.	CUATERNARIO	d	GT4

FIGURA 2.3. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERAL DEL TRAMO

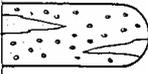
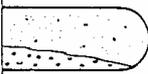
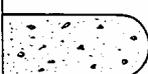
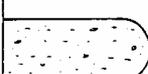
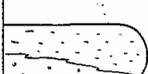
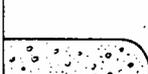
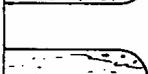
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	LITOLOGIA	EDAD	GRUPO	
			LITOLÓGICO	GEOTÉCNICO
	ALUVIAL GRUESO: GRAVAS, BOLOS Y ARENAS.	CUATERNARIO	A1	GT1
	ALUVIAL FINO: ARENAS Y ARCILLAS CON LENTEJONES DE GRAVAS.	CUATERNARIO	A2	GT2
	COLUVION: CANTOS Y BLOQUES METAMORFICOS CON MATRIZ ARENOSA O ARCILLOSA.	CUATERNARIO	c	GT3
	ALUVIO-COLUVIAL: ARCILLAS LIMOSAS Y ARENAS CON GRAVAS Y CANTOS DISP.	CUATERNARIO	ac	GT4
	ABANICO-ALUVIAL: ARENAS Y ARCILLAS CON GRAVILLAS DISPERSAS.	CUATERNARIO	aa	GT4
	GLACIS: ARCILLAS ARENOSAS CON GRAVAS Y BOLOS DISPERSOS.	CUATERNARIO	g	GT9
	MANTO EOLICO: ARENAS FINAS LIMPIAS Y MAL CALIBRADAS.	CUATERNARIO	e	GT5
	TERRAZA BAJA: GRAVAS Y BOLOS SILICEOS CON MATRIZ ARENOSA RECUBIERTOS POR LIMOS ARENOSOS.	CUATERNARIO	T2	GT1
	TERRAZA ALTA: GRAVAS Y BOLOS SILICEOS CON MATRIZ ARENOSA.	CUATERNARIO	t1	GT6
	CONO DE DEYECCION: LIMOS ARCILLOSOS Y ARENAS CON GRAVAS Y CANTOS DISPERSOS.	CUATERNARIO	d	GT4

FIGURA 2.3. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERAL DEL TRAMO (CONT.)

2.5. TECTÓNICA

El Tramo Tordesillas-Zamora se halla ubicado en el sector occidental de la Cuenca del Duero y en la Zona Centroibérica del Macizo Hespérico, según la división realizada por Julivert et al., (1974). Por tanto, existen dos dominios con características tectónicas muy diferentes.

Los materiales precámbricos y paleozoicos pertenecientes a la Zona Centroibérica del Macizo Hespérico han sido afectados por la orogenia Hercínica, distinguiéndose las siguientes fases:

Fase I

Origina grandes estructuras de plegamientos tumbados o mantos de corrimiento hacia el E o SE. Esta fase sería de edad Wenlock.

Fase II

Da lugar a un plegamiento isoclinal vergente al NE y una esquistosidad de flujo que corresponde a la más importante que actualmente se observa en los materiales presentes en el área de estudio. Para esta fase se atribuye una edad Westfaliense.

Fase III

Origina simultáneamente un plegamiento concéntrico y similar, teniendo los pliegues una dirección NW-SE y buzamientos subverticales vergentes al NE. Esta fase pliega a los de la fase anterior, a la vez que da lugar a pliegues falla sintectónicos. La edad de esta deformación se considera Westfaliense.

Fase IV

Provoca pliegues de amplio radio de orientación NW-SE, que se traduce en grandes abombamientos que afectan a todas las estructuras creadas en fases anteriores. Esta fase puede corresponder a la Leónica o Astúrica.

Fases tardías

Las deformaciones que ocasionan son de pequeña entidad, como los "kink-bands" que afecta a las pizarras del Ordovícico Medio-Superior. La edad podría corresponder a la Saálica y la Pfálcica.

Existe una etapa distensiva que origina fallas de escasa importancia, de orientación NE-SW y que provoca pequeños desplazamientos en los ejes de los pliegues.

En cuanto a los materiales terciarios de la Cuenca del Duero, podemos decir que aparentemente presentan un marcado carácter atectónico, aunque no se descarta la posibilidad de que existan movimientos de bloques del zócalo, provocados por la reactivación alpina de fracturas hercínicas, que hayan originado modificaciones en estos materiales. Por ejemplo, algunos afloramientos paleocenos aparecen muy fracturados, lo que puede indicar movimientos de esta naturaleza. Asimismo, en las paraconformidades observadas en los sedimentos están representadas varias fases, tales como las larámicas, sávica, etc. Por último, análisis morfológicos a escala regional permiten deducir que el trazado rectilíneo de gran parte de los cursos fluviales y el paralelismo entre unos y otros, hace pensar que estén relacionados con fracturas del zócalo hercínico. Las direcciones más significativas son: NW-W y NE.

2.6. SISMICIDAD

Según la NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE (PARTE GENERAL Y EDIFICACIÓN) (NCSE-94), el Tramo: Tordesillas-Zamora se halla situado en una zona cuya aceleración sísmica básica, a_b , es de : $a_b/g < 0,04$, según puede apreciarse en el Mapa de Peligrosidad Sísmica, representado en la Figura 2.4. Este mapa suministra, para cada punto del territorio y expresada en relación al valor de la gravedad, la aceleración sísmica básica, a_b , un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un punto de retorno para quinientos años. Además suministra los valores del coeficiente de contribución K, el cual tiene en cuenta la influencia en la peligrosidad sísmica de cada punto de los distintos tipos de terremotos considerados en el cálculo de la misma.

La aceleración sísmica de calculo, a_c , se define como el producto:

$$a_c = p a_b$$

donde:

a_b : es la aceleración básica

p : es un coeficiente adimensional de riesgo cuyo valor, en función del período de vida en años, t , para el que se proyecta la construcción, viene dado por:

$$p = (t/50)^{0.37}$$

siendo a efectos de calculo:

$t \geq 50$ años para construcciones de normal importancia.

$t \geq 100$ años para construcciones de especial importancia.

En la tabla 1, se recogen los valores más usuales del coeficiente de riesgo p .

TABLA 1

COEFICIENTE DE RIESGO p	
Período de vida	p
$t = 50$	1,00
$t = 100$	1,30

En este caso se toma $t=100$, ya que "las principales vías de comunicación de las poblaciones" se consideran construcciones de especial importancia (Apartado 1.2.2 de la Norma).

La aceleración sísmica de cálculo, a_c , en el Tramo es de .

Para $a_b = 0,04$, $a_c = 0,05 g$

En este caso no es obligatoria la aplicación de la Norma, ya que según el apartado 1.2.3. Criterios de Aplicación de la Norma, en las construcciones de normal y especial importancia es obligatoria la aplicación de esta Norma cuando la aceleración sísmica de cálculo, a_c , es igual o superior a $0,06 g$, siendo "g" la aceleración de la gravedad.

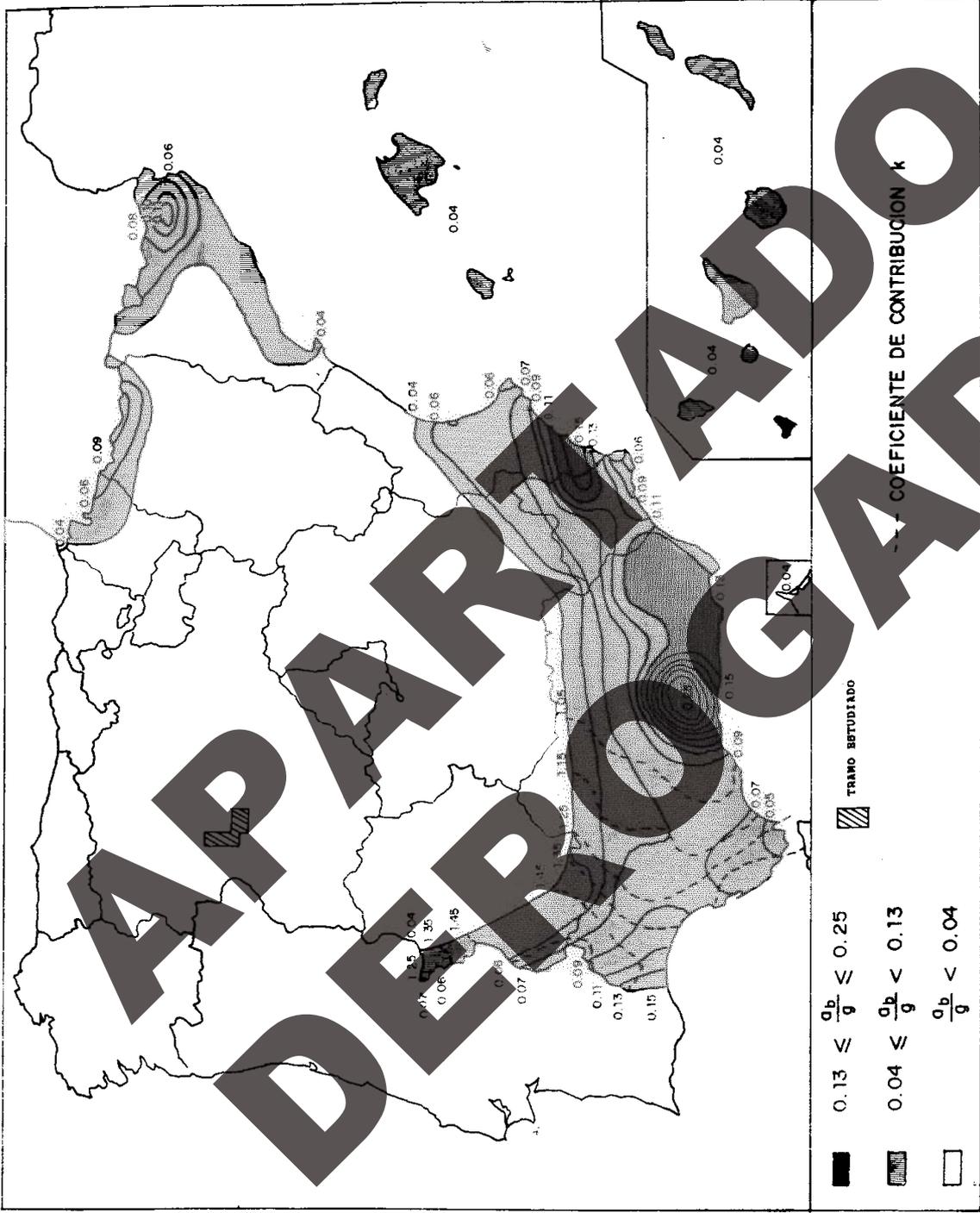


FIGURA 2.4. SITUACIÓN DEL TRAMO EN EL MAPA SISMORRESISTENTE

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.1. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

Se ha considerado conveniente dividir el Tramo Tordesillas-Zamora en una serie de Zonas con características litológicas y geomorfológicas similares, con el fin de facilitar la exposición y comprensión de los materiales presentes en el Tramo.

En la Figura 3.1 se hallan representadas las Zonas en que se ha dividido el Tramo de Estudio. Son las siguientes:

Zona 1: Zona metamórfica de morfología accidentada

Zona 2: Zona de morfología moderadamente accidentada

Zona 3: Zona de morfología llana y suavemente alomada

Zona 4: Zona llana asociada a la red fluvial principal

En la Figura 3.2 se muestran los diversos cortes geológicos esquemáticos que se han realizado en el presente capítulo.

3.2. ZONA 1: ZONA DE MORFOLOGÍA ACCIDENTADA

3.2.1. Geomorfología

La Zona 1 ocupa las siguientes Hojas y cuadrantes del Mapa topográfico Nacional a escala 1:50.000:

Nº	Hoja	Cuadrantes
308	Villafáfila	3 (p)
340	Manganeses de la Lampreana	3 (p) y 4 (p)
369	Coreses	3 (p)

(p) parte

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

Desde el punto de vista geomorfológico, la Zona 1 presenta una morfología accidentada debido a la litología y estructura de los materiales que la componen. Está formada por una sucesión de sierras montañosas, alineadas según una orientación WNW-ESE, correspondiente a la dirección estructural de sus capas. Las sierras pueden aparecer aisladamente y estar constituida por una sola "cuerda" de cumbres, o bien en conjunto y estar formadas por una sucesión de <cuerdas> paralelas entre sí.

Las elevaciones montañosas suelen presentar una morfología en "cresta" y, en menor medida, en "cuesta". El primer caso sucede cuando el pliegue es simétrico o la serie momoclinal está próxima a la verticalidad. En el segundo caso, los pliegues están tumbados o la serie monoclinal está algo más tendida.

La mayor parte de los resaltes topográficos están originados por cuarcitas, ya que la zonas ocupadas por pizarras y filitas muestran un relieve de tipo "apalachiano", es decir, zonas arrasadas y peneplanizadas, en muchos casos ocupadas por depósitos de terraza.

La morfología accidentada de esta zona se debe, más que a su altura y desniveles importantes, a que las sierras emergen súbitamente entre una zona llana, sin tránsito gradual del relieve.

Los cursos fluviales sufren un estrangulamiento al entrar en estos materiales, como puede observarse en Bretó, y un encajamiento acusado, en muchos casos de tipo meandriforme, originados y controlados por la estructura y competencia de los materiales del zócalo.

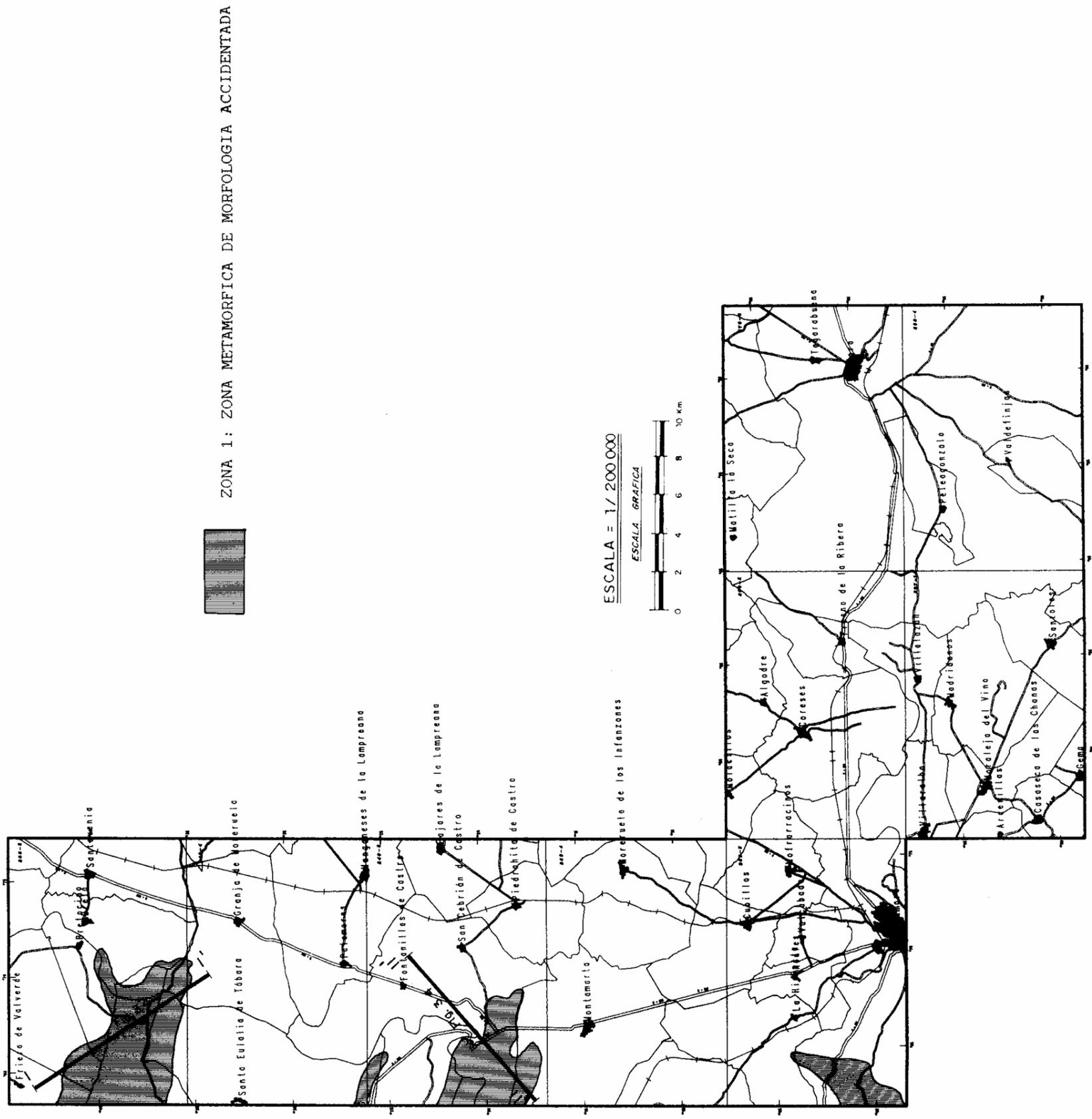


FIGURA 3.3. ESQUEMA DE SITUACIÓN DE LA ZONA 1 Y DE DOS CORTES GEOLÓGICOS ESQUEMÁTICOS REALIZADOS EN LA MISMA.

3.2.2. Tectónica

El sustrato precámbrico y paleozoico de esta Zona se halla afectado por la orogenia Hercínic, dentro de la cual se han distinguido una serie de fases con las siguientes características.

- Fase I: Formación de grandes pliegues tumbados o mantos de corrimiento hacia el E o SE.
- Fase II: Formación de pliegues isoclinales vergentes al NE con esquistosidad de flujo.
- Fase III: Plegamiento concéntrico y similar a la vez. Pliegues subverticales vergentes al NE y de dirección NW-SE.
- Fase IV: Grandes pliegues de dirección NW-SE.
- Fases tardías V: Originan deformaciones de pequeña intensidad, siendo las más características los <kink-bands>.

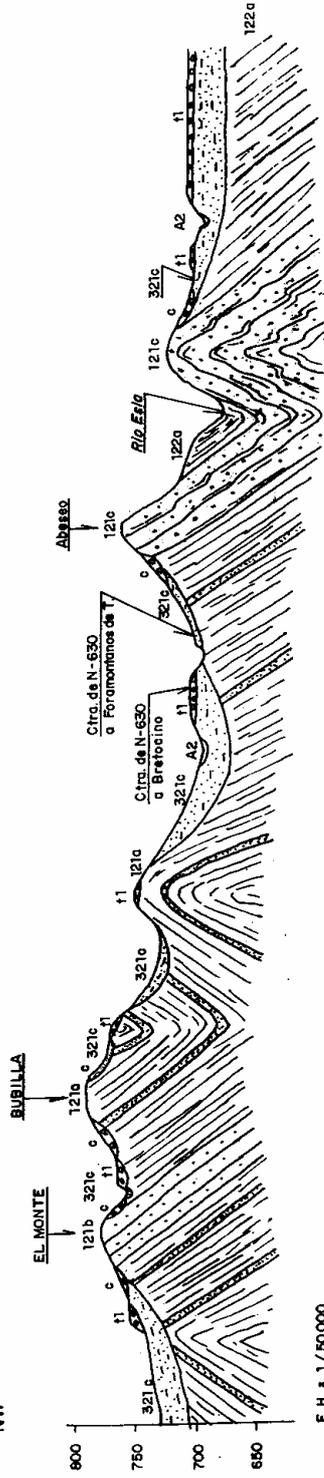
Por último, existe una etapa distensiva que da lugar a fallas de escasa importancia, de orientación NE-SW y que provoca pequeños desplazamientos en los ejes de los pliegues.

Las deformaciones y pliegues mejor observadas en esta zona corresponden a la Fase II. Un claro ejemplo son los pliegues isoclinales y vergentes al NE, que aparecen en el cerro Laines, en el ángulos SW del cuadrante H-340/3.

En la Figura 3.4 se muestran dos cortes geológicos esquemáticos característicos de esta Zona.

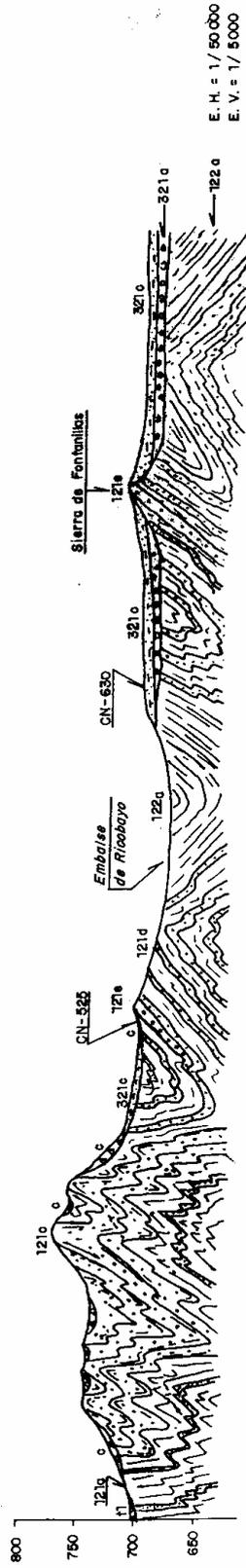
I'
SE

I
NW



II'
NE

II
SW



LEYENDA

- A2: ALUVIAL FINO. Arenas y arcillas con lentejones de gravas
- c: COLUVION. Cantos y bloques metamórficos con matriz arenosa o arcillosa
- t1: TERRAZA ALTA. Gravas y bolos silíceos con matriz arenosa
- 321c: Arcillas arenosas con intercalaciones de areniscas
- 321a: Gravas y bolos con matriz arcillosa, limolitas y costras calcáreas
- 122a: Pizarras y filitas
- 121e: Cuarcitas con delgadas capas de filitas
- 121d: Alternancia de cuarcitas y filitas
- 121c: Cuarcitas con intercalaciones de pizarras y esquistos
- 121b: Cuarcitas
- 121a: Pizarras y esquistos con intercalaciones de cuarcitas

FIGURA 3.4. CORTES GEOLÓGICOS ESQUEMÁTICOS DE LA ZONA

3.2.3. Columna estratigráfica

Los diferentes grupos litológicos presentes en la Zona 1 son los marcados con un asterisco (*) en la columna estratigráfica de la Figura 3.5.

3.2.4. Grupos litológicos

Las formaciones geológicas distinguidas en la Zona 1 son las siguientes:

ALUVIALES FINOS, (A2)

Este grupo está descrito en la Zona 4.

COLUVIÓN, (c)

- Litología

Grupo constituido por fragmentos de rocas metamórficas, fundamentalmente de cuarcita, de formas angulosas y tamaños heterométricos, empastados por una matriz arenosa de color marrón, o arcillosa de tonos abigarrados (Figura 3.6).

- Estructura

Son derrubios de ladera que se depositan a modo de orlas al pie de los macizos montañosos. Presenta una estructura masiva y caótica, adaptándose a la superficie topográfica sobre la que yacen. La potencia del grupo se estima del orden de 1 a 5 m.

- Geotecnia

Son suelos con una escorrentía superficial elevada y una permeabilidad que varía desde alta, en el caso de que la matriz sea arenosa, hasta baja, cuando la matriz es arcillosa. Son materiales poco compactos, erosionables y excavables por medios mecánicos. La capacidad de carga es baja y los asentamientos previsible altos. Cuando la matriz es de composición arenosa dan suelos tolerables o adecuados.

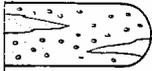
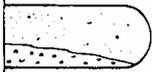
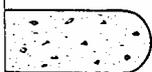
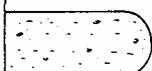
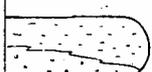
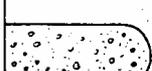
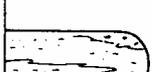
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	LITOLOGIA	EDAD	GRUPO	
			LITOLÓGICO	GEOTÉCNICO
	ALUVIAL GRUESO: GRAVAS, BOLOS Y ARENAS.	CUATERNARIO	A1	GT1
	* ALUVIAL FINO: ARENAS Y ARCILLAS CON LENTEJONES DE GRAVAS.	CUATERNARIO	A2	GT2
	* COLUVION: CANTOS Y BLOQUES METAMORFICOS CON MATRIZ ARENOSA O ARCILLOSA.	CUATERNARIO	c	GT3
	ALUVIO-COLUVIAL: ARCILLAS LIMOSAS Y ARENAS CON GRAVAS Y CANTOS DISP.	CUATERNARIO	ac	GT4
	ABANICO - ALUVIAL: ARENAS Y ARCILLAS CON GRAVILLAS DISPERSAS.	CUATERNARIO	aa	GT4
	GLACIS: ARCILLAS ARENOSAS CON GRAVAS Y BOLOS DISPERSOS.	CUATERNARIO	g	GT9
	MANTO EOLICO: ARENAS FINAS LIMPIAS Y MAL CALIBRADAS.	CUATERNARIO	e	GT5
	TERRAZA BAJA: GRAVAS Y BOLOS SILICEOS CON MATRIZ ARENOSA RECUBIERTOS POR LIMOS ARENOSOS.	CUATERNARIO	T2	GT1
	* TERRAZA ALTA: GRAVAS Y BOLOS SILICEOS CON MATRIZ ARENOSA.	CUATERNARIO	t1	GT6
	CONO DE DEYECCION: LIMOS ARCILLOSOS Y ARENAS CON GRAVAS Y CANTOS DISPERSOS.	CUATERNARIO	d	GT4

FIGURA 3.5. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA ZONA 1

COLUMNA ESTRATIGRAFICA	LITOLOGIA	EDAD	GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO
	* ARCILLAS ARENOSAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS.	MIOCENO	321 c	GT 8
	CALIZAS BLANQUECINAS.	MIOCENO	321 b	GT 7
	GRAVAS Y BOLOS CON MATRIZ ARCILLOSA, LIMOLITAS Y COSTRAS CALCAREAS.	MIOCENO	321 a	GT 9
	LIMOLITAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS.	EOCENO	312 f	GT 10
	ARENAS, GRAVAS, LIMOS ARENOSOS, LIMOLITAS Y MARGAS.	EOCENO	312 e	GT 11
	LIMOLITAS, ARCILLITAS Y MARGAS.	EOCENO	312 d	GT 11
	CALIZAS BLANQUECINAS.	EOCENO	312 c	GT 7
	MARGAS CON INTERCALACIONES DE CALIZAS.	EOCENO	312 b	GT 12
	LIMOS ARENOSOS CON PASADAS MARGOSAS.	EOCENO	312 a	GT 8
	ALTERNANCIA DE CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y LIMOS.	PALEOCENO	311 b	GT 13
	ARENAS Y LIMOS CON GRAVAS DISPERSAS; CONGLOMERADOS EN LA BASE.	PALEOCENO	311 a	GT 14
	CUARCITAS MICACEAS.	ORDOVICICO MEDIO	122 b	GT 15
	* PIZARRAS Y FILITAS.	ORDOVICICO MEDIO	122 a	GT 16
	* CUARCITAS CON DELGADAS CAPAS DE FILITAS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 e	GT 15
	* ALTERNANCIA DE CUARCITAS Y FILITAS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 d	GT 15
	* CUARCITAS CON INTERCALACIONES DE PIZARRAS Y ESQUISTOS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 c	GT 15
	* CUARCITAS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 b	GT 15
* PIZARRAS Y ESQUISTOS CON INTERCALACIONES DE CUARCITAS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 a	GT 16	
* ESQUISTOS CON DIQUES DE CUARZO.	PRECAMBRICO	O10 b	GT 16	
GNEIS EN FACIES "OLLO DE SAPO"	PRECAMBRICO	O10 a	GT 17	

FIGURA 3.5. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA ZONA 1 (CONT.)

Se han observado taludes bajos, estables y con inclinaciones de 45° . En el caso de que los coluviales queden colgados en el talud, se recomienda que como máximo sea de 30° la pendiente de este grupo. En este último caso hay que controlar el agua que el coluvión pueda aportar al talud.



Figura 3.6. Detalle de los materiales coluviales del grupo (c), en el collado de la sierra que atraviesa la carretera de Bretocino a Foramontanos de Tábara (H:308/3).

TERRAZA ALTA, (t1)

Este grupo está descrito en la Zona 4

ARCILLAS ARENOSAS CON INTERCALACIONES ESPORÁDICAS DE ARENISCAS, (321c)

Este grupo está descrito en la Zona 3.

PIZARRAS Y FILITAS, (122a)

- Litología

Serie monótona constituida por una alternancia de pizarras, pizarras silíceas y filitas, de tonos grisáceos y rojizos, con cubos de pirita y dispuestas en niveles de 0.2 m a 0.5 m de espesor.

- Estructura

Los materiales se hallan afectados por una intensa esquistosidad, muy penetrativa y de espaciado entre milimétrico y centimétrico (Figura 3.7), de orientación WNW-ESE y buzamientos de 70 ° hacia el Sur.



Figura 3.7. Detalle de la estructura de las pizarras del grupo (122a), en un desmonte de la carretera local que parte de la CN-630 y se dirige a Bretocino.

- Geotecnia

Son materiales impermeables, pero suelen tener una cierta permeabilidad secundaria a favor de los planos de discontinuidad. La escorrentía superficial varía de media a alta, son excavables por medios mecánicos y la capacidad portante es alta. Los tramos de pizarras rojizas se han utilizado para materiales de préstamo.

La estabilidad de los taludes artificiales dependerá de si las discontinuidades son desfavorables o no al talud. En zonas donde los materiales presenten fuertes buzamientos pueden producirse procesos de "toppling" en la cabecera de los desmontes. Se han observado taludes de excavación orientados perpendicularmente a la estructura, de alturas bajas y estables, con inclinaciones de 65° (Figura 3.8).

CUARCITAS CON DELGADAS INTERCALACIONES DE FILITAS, (121e)

- Litología

Cuarcitas de tonos grisáceos, estratificadas en niveles de 0.1 m a 1.0 m de espesor y con delgadas intercalaciones de filitas. Son de grano fino, de textura granoblástica y entre los minerales accesorios figuran moscovita, opacos, clorita, circón, etc. La potencia de este grupo se estima comprendida entre 60 m y 100 m.

- Estructura

Este conjunto aparece intercalado dentro del grupo (121d). Se presenta muy plegado, normalmente en estructuras anticlinales, con buzamientos inferiores a los 60° y orientados en sentido WNW-ESE, correspondiente a la deformación de la orogenia Hercínicca.

- Geotecnia

Este grupo no es ripable por medios mecánicos y tiene una capacidad de carga alta. Son materiales permeables solo por fisuración, y su escorrentía superficial varía desde baja, en afloramientos sin resaltes morfológicos, hasta alta en zonas de topografía abrupta y pendientes pronunciadas.

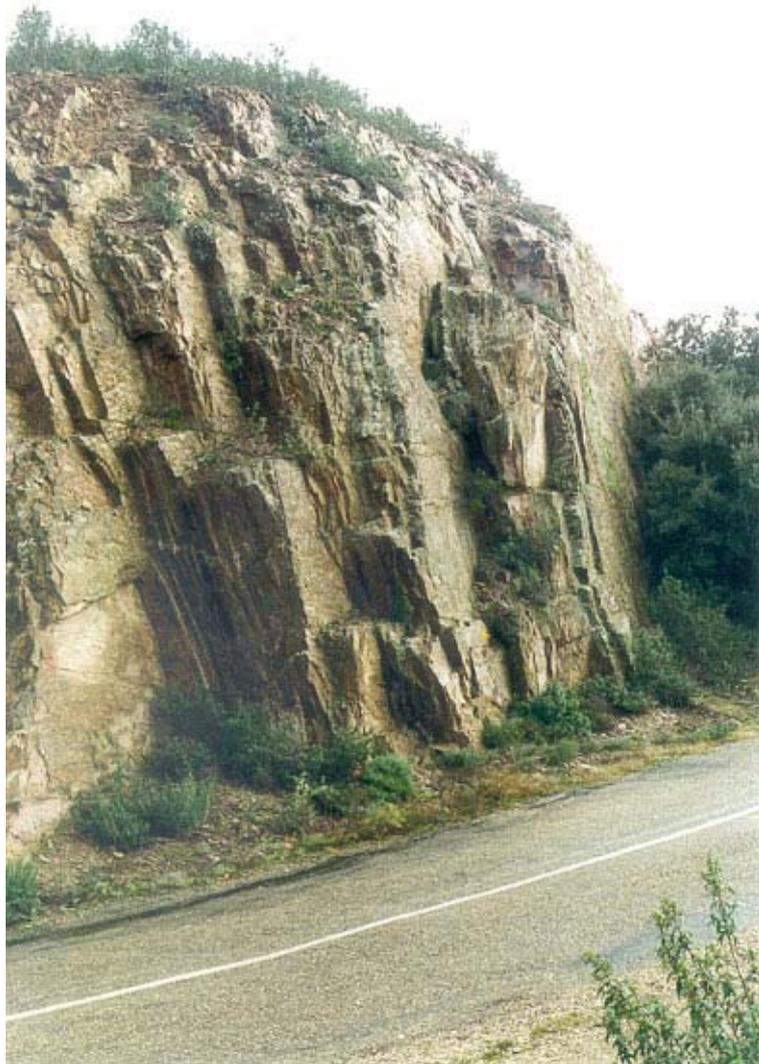


Figura 3.8. Vista panorámica de las pizarras del grupo (122a), en un desmonte de la carretera local a Bretocino. Obsérvese los bloques y cuñas originados por la intersección de discontinuidades.

El diseño de los taludes tendrá que realizarse en función de la orientación de la estructura y diaclasado del macizo rocoso.

Los taludes observados perpendiculares a la estructura son estables, para alturas bajas y medias, con inclinaciones comprendidas entre 60° y 75° .

CUARCITAS Y FILITAS, (121d)

- Litología

Conjunto constituido por una alternancia rítmica de cuarcitas y filitas.

Las cuarcitas son de tonos claros, de grano fino y dispuestas en capas de 0.2 m a 1.0 m de espesor. Muestran una microlaminación paralela, en cuyos planos es abundante la moscovita. Su textura es granoblástica o granolepidoblástica, y además del cuarzo, figura la moscovita como minerales esenciales, y opacos, circón, cloritas y turmalinas como accesorios.

Las filitas son ricas en mica, normalmente aparecen muy alteradas y se disponen en niveles que no superan los 0.2 m de espesor.

La potencia de esta serie es difícil de estimar al estar muy plegada, pero posiblemente alcance los 700 m.

- Estructura

El conjunto aparece plegado en una serie de anticlinales y sinclinales, de orientación WNW-ESE y buzamientos comprendidos entre 45° y 55° hacia el SW, y 30° y 70° al NE.

- Geotecnia

Son materiales permeables por fisuración y presentan una buena escorrentía superficial. Su excavabilidad es difícil y la capacidad de carga se considera globalmente alta, a pesar de la alteración que presentan las intercalaciones de filitas.

La estabilidad de los taludes puede ser problemática por deslizamientos de bloques y cuñas, en condiciones desfavorables de la estructura y diaclasado.

Se han observado taludes transversales a la estructura de alturas medias, estables y con inclinaciones de 75°.

CUARCITAS CON INTERCALACIONES DE PIZARRAS Y ESQUISTOS SILÍCEOS, (121c)

- Litología

Este grupo está constituido por una serie de cuarcitas de tonos claros, bien estratificadas, en algunos tramos tableada, pero generalmente dispuestas en bancos de 0.5 m a 3.0 m de espesor (Figura 3.9), con intercalaciones de pizarras micáceas plateadas y esquistos silíceos.

- Estructura

Estos materiales se hallan muy plegados, mostrando generalmente tres tipos de estructuras. La primera de ellas corresponde a pliegues isópacos concéntricos, de plano axial subvertical, la segunda a pliegues isoclinales apretados vergente al NE, y la tercera a series monoclinales. En todos los casos la orientación estructural es WNW-ESE (Figura 3.10).

- Geotecnia

Son materiales cuya ripabilidad varía de marginal, en los tramos tableados, a no ripable en los tramos más compactos. La capacidad de carga es alta, la permeabilidad baja por fisuración y el drenaje bueno a favor de la escorrentía superficial. Este grupo ha sido explotado para materiales rocosos de préstamo.

El diseño de los taludes artificiales estará condicionado por la estructura y diaclasado de los materiales, estudiando en cada caso las condiciones geométricas de estabilidad.



Figura 3.9. Detalle de los bancos de cuarcita del grupo (121c), en un desmonte de la carretera local que se dirige desde la CN-630 a Bretocino.

Se han observado taludes de alturas medias, paralelos a la estructura pero en sentido contrario al buzamiento, estables, aunque con caídas de pequeños bloques, y con inclinaciones de 45° . Para impedir que los bloques caídos alcancen la carretera, es aconsejable dejar amplias cunetas al pie del talud.

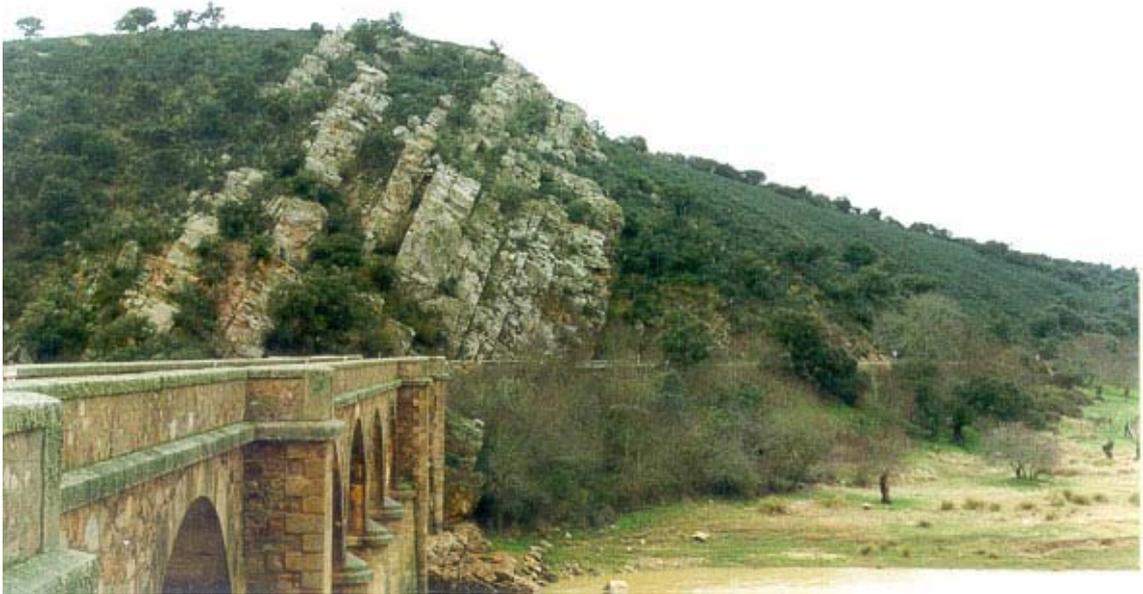


Figura 3.10. Vista panorámica de una serie monoclinal de cuarcitas del grupo (121c), junto al puente sobre el Esla, en la carretera local a Bretocino.

CUARCITAS, (121b)

- Litología

Este grupo está intercalado dentro de las pizarras y esquistos del grupo (121a). Está definido por cuarcitas de tonos blanquecinos y grisáceos, de grano fino y estratificadas en bancos de espesor inferior a 1 m generalmente, con estructuras sedimentarias internas, siendo la más frecuente estratificación oblicua.

- Estructura

Presentan una estructura de cuerpos lenticulares inmersos entre las pizarras y esquistos del grupo (121a), dispuestos en una serie de sierras aisladas de orientación WNW-ESE.

- Geotecnia

Este grupo litológico posee una buena escorrentía superficial y una permeabilidad variable, condicionada por el grado de fisuración. La capacidad de carga es elevada y plantea problemas de ripabilidad por medios mecánicos convencionales.

No se han observado taludes de interés, pero la estabilidad de los mismos dependerá de las orientaciones relativas de los desmontes con respecto a las directrices estructurales de las discontinuidades.

PIZARRAS Y ESQUISTOS CON INTERCALACIONES DE CUARCITAS, (121a)

- Litología

Se trata de una alternancia de pizarras de tonos oscuros, amarillentos y rojizos, y esquistos silíceos arenosos, de aspecto astilloso y tonos grisáceos, con finas intercalaciones de cuarcita del mismo color. La disposición del conjunto es en niveles centimétricos (Figura 3.11).

- Estructura

El grupo aparece afectado por una fuerte esquistosidad y replegado según las directrices de la orogenia Hercínica, con una dirección estructural WNW-ESE y buzamientos más usuales comprendidos entre 55° y 65° .

- Geotecnia

Son materiales ripables y escasamente permeables, aunque permiten cierto paso del agua por infiltración a favor de las superficies de discontinuidades.

La capacidad se considera alta y los asientos nulos, excepto en los estratos superficiales alterados, en los que pueden existir asientos de magnitudes moderadas.



Figura 3.11. Detalle del aspecto de los esquistos silíceos del grupo (121a), en un talud de la carretera N-122. P.K.466,950.

A pesar de que se han observado taludes bajos, estables y con inclinaciones de 45° , se recomienda un estudio estadístico de las discontinuidades para el diseño de nuevos taludes (Figura 3.12).



Figura 3.12. Talud excavado en los esquistos silíceos del grupo (121a), en el P.K.466,950 de la carretera N-122. La inestabilidad que se observa en la cabecera del talud se debe a la erosión de los materiales terciarios del grupo (311a), que recubren a los esquistos.

ESQUISTOS, (010b)

- Litología

Esquistos arcillo-micáceos de grano fino, de tono rojizos debido a procesos de alteración y minealizaciones de hierro, con diques de cuarzo lechoso, de 2 a 3 m de espesor (Figura 3.13).

- Estructura

El conjunto aparece plegado según una orientación N 107° E y buzamientos de 50° hacia el N.

- Geotecnia

Son materiales ripables y con una capacidad de carga alta. Su permeabilidad es baja, de tipo secundario y controlada exclusivamente por los planos de discontinuidad. Debido a la topografía de sus afloramientos el drenaje superficial varía de bajo a

medio. Parte de este grupo aparece recubierto por depósitos eluviales rojizos, de naturaleza limo-arcillosa. Estos eluviales disminuyen considerablemente la capacidad portante del grupo, a la vez que provocan asentamientos diferenciales significativos (Figura 3.14).

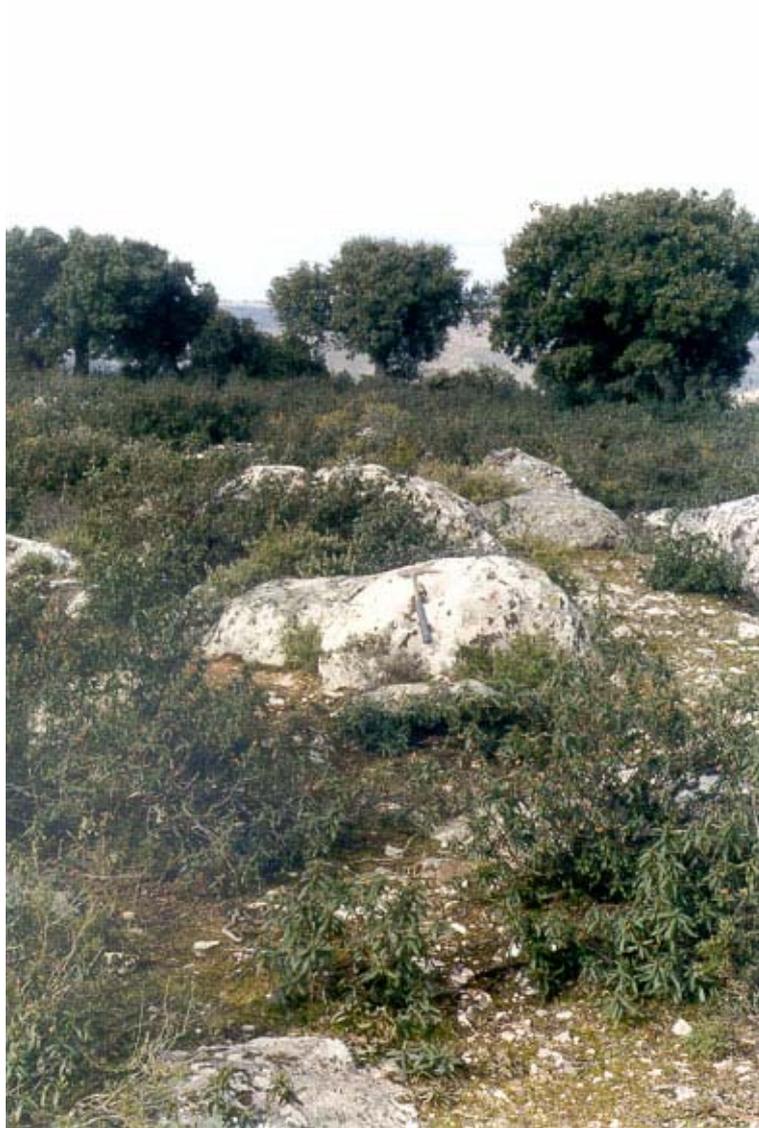


Figura 3.13. Detalle de los diques de cuarzo, emplazados a favor de la esquistosidad, en el paraje Dehesa de Valverde (H:369/3).

No se han observado taludes de interés, no obstante, la pendiente y estabilidad de los taludes de excavación dependerá de la orientación de éstos con respecto a la estructura (dirección y buzamiento) y diaclasado de los esquistos.



Figura 3.14. Detalle del eluvial limo-arcilloso rojizo que recubre a los esquistos del grupo (010b).

3.2.5. Grupos geotécnicos

Teniendo en cuenta los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona 1, así como sus respectivas características geotécnicas, se han definido los siguientes "grupos geotécnicos".

- Grupo geotécnico GT2

Arenas, arcillas y gravas. Conjunto poco permeable y con un drenaje superficial deficiente. Son inundables en épocas de crecida y tienen niveles freáticos a escasa profundidad. La capacidad de carga es baja y los asentamientos altos. Excavabilidad fácil. Los materiales de este grupo se clasifican como suelos tolerables, adecuados y seleccionados. Constituye este grupo geotécnico el grupo litológico (A2).

- Grupo geotécnico GT3

Bloques y cantos metamórficos con matriz arenosa o arcillosa. Materiales con una escorrentía superficial elevada y una permeabilidad que varía de baja a alta. Suelos poco compactos, erosionables y ripables. La capacidad de carga es baja y los asentos elevados. Cuando la matriz es de composición arenosa son suelos tolerables o adecuados. Para alturas bajas los taludes son estables con pendientes de 45°. Constituye este grupo geotécnico el grupo litológico (c).

- Grupo geotécnico GT6

Gravas, bolos, arenas y arenas gruesas arcillosas. Grupo con posibles niveles freáticos a escasa profundidad. Permeabilidad media-alta y drenaje superficial por infiltración. Problemas locales de encharcamientos. Capacidad portante y asentos de tipo medio. Grupo excelente para materiales de préstamo. Este grupo geotécnico está integrado solamente por el grupo litológico (t1).

- Grupo geotécnico GT8

Arcillas arenosas, con intercalaciones de areniscas. Grupo poco permeable y con problemas locales de endorreísmo. Son materiales ripables, alterables y erosionables. Capacidad portante baja-media y asentos medios-altos, éstos últimos fundamentalmente en los niveles superficiales alterados. Son suelos inadecuados y tolerables. Los taludes observados son bajos, estables y con pendientes de 35°. Constituye este grupo geotécnico el grupo litológico (321c).

- Grupo geotécnico GT15

Cuarcitas con intercalaciones de filitas, pizarras y esquistos silíceos. Este grupo plantea serios problemas de ripabilidad, siendo en muchos casos necesario el uso de explosivos para excavación. La permeabilidad suele ser baja y se debe exclusivamente a los planos de discontinuidad. En general la escorrentía superficial es activa, favorecida por la topografía de los afloramientos. Capacidad portante alta. La estabilidad de los taludes dependerá de la orientación de éstos con respecto a la de las discontinuidades del macizo rocoso. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (121e), (121d), (121c) (121b).

- Grupo geotécnico GT16

Pizarras, filitas y esquistos, con intercalaciones de cuarcita y diques de cuarzo. Conjunto de materiales con una permeabilidad secundaria baja, controlada exclusivamente por las discontinuidades. Son ripables por medios mecánicos y presentan una capacidad portante alta, excepto cuando exista una montera de alteración, en cuyo caso la capacidad disminuye y pueden aparecer asientos diferenciales significativos. La estabilidad de los taludes puede ser problemática en aquellas condiciones desfavorables de estructura y diaclasado. Se recomienda un estudio estadístico de discontinuidades para caracterizar a los macizos rocosos. Este grupo geotécnico está compuesto por las formaciones (122a), (121a) y (010b).

3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

La Zona 1 está constituida, en su gran mayoría, por materiales de naturaleza metamórfica, que fundamentalmente plantean problemas de tipo topográfico, litológico y geotécnico.

Las sierras montañosas que configuran esta Zona dan lugar a barreras topográficas dispuestas en sentido W-E, que implican cierta dificultad para las carreteras proyectadas en dirección N-S. Sin embargo, las vías en sentido W-E pueden sortearlas con cierta facilidad, debido a que muchas sierras aparecen aisladas, o separadas entre sí por terrenos llanos o alomados.

Los problemas litológicos derivan de la dificultad en la excavación de las formaciones cuarcíticas, que precisan en muchos casos el uso de explosivos para su ripado.

Las dificultades geotécnicas más significativas corresponden a los deslizamientos de bloques y cuñas que pueden surgir en los taludes, sobre todo en aquellas condiciones desfavorables de estratificación, esquistosidad y diaclasado. En este aspecto, las vías en sentido N-S presentan, en principio, menos problemas que las de W-E, debido a que las primeras cortan transversalmente a la estructura de los materiales.

En esta Zona no existen problemas de capacidad portante ni de drenaje, excepto en algunos eluviales de alteración superficial y en los materiales cuaternarios y retazos terciarios que, en escasa proporción, recubren parcialmente a estas formaciones.

Por último, los materiales coluviales que aparecen en las laderas de los relieves montañosos, pueden plantear problemas de estabilidad, tanto al excavarlos para desmontes como al apoyar terraplenes sobre ellos, debido a su distribución espacial (media ladera) y, generalmente, condiciones de equilibrio límite.

3.3. ZONA 2. ZONA DE MORFOLOGÍA MODERADAMENTE ACCIDENTADA

3.3.1. Geomorfología

La Zona 2 se extiende por las siguientes Hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000:

Nº	Hoja	Cuadrantes
308	Villafáfila	3 (p)
369	Corese	2 (p) y 3 (p)
370	Toro	3 (p)
397	Zamora	1 (p)
398	Castronuño	4 (p)

(p) parte

En la Figura 3.15. se muestra la ubicación de la Zona 2, así como la situación de dos cortes geológicos esquemáticos realizados en la misma.

La Zona 2 presenta la morfología típica resultante de la acción erosiva de una red de drenaje sobre una plataforma tabular, constituida por materiales de distinta competencia. De este modo, el paisaje está configurado por una serie de altiplanicies y cerros testigos, que se hallan aislados y seccionados por valles de fondo plano y vertientes pronunciadas. La cima de las altiplanicies y tesos se encuentran coronadas por capas duras cementadas o terrazas fluviales, que las preservan de la erosión.

La disposición litológica de los estratos da lugar a la formación de tres tipos de pendientes, con las siguientes características. En la parte más alta, los niveles cementados de los cerros testigos originan escarpes muy netos y verticalizados, cuya altura depende del espesor de los estratos competentes. Bajo este escarpe arranca la "cuesta", que se prolonga hasta otro cambio de pendiente, situado antes de alcanzar el fondo del valle. Las "cuestas" tienen inclinaciones muy pronunciadas y normalmente carecen de suelos de recubrimiento, de modo que sufren una intensa erosión que se traduce en la formación de cárcavas. Por último, aparecen unas superficies de pendientes muy suaves, que enlazan las "cuestas" con los extremos del fondo de los valles. La escasa pendiente de estas superficies se debe a dos procesos fundamentales: el primero es que se labran sobre materiales poco competentes, y el segundo que normalmente se hallan tapizadas por recubrimientos de origen aluvio-coluvial.

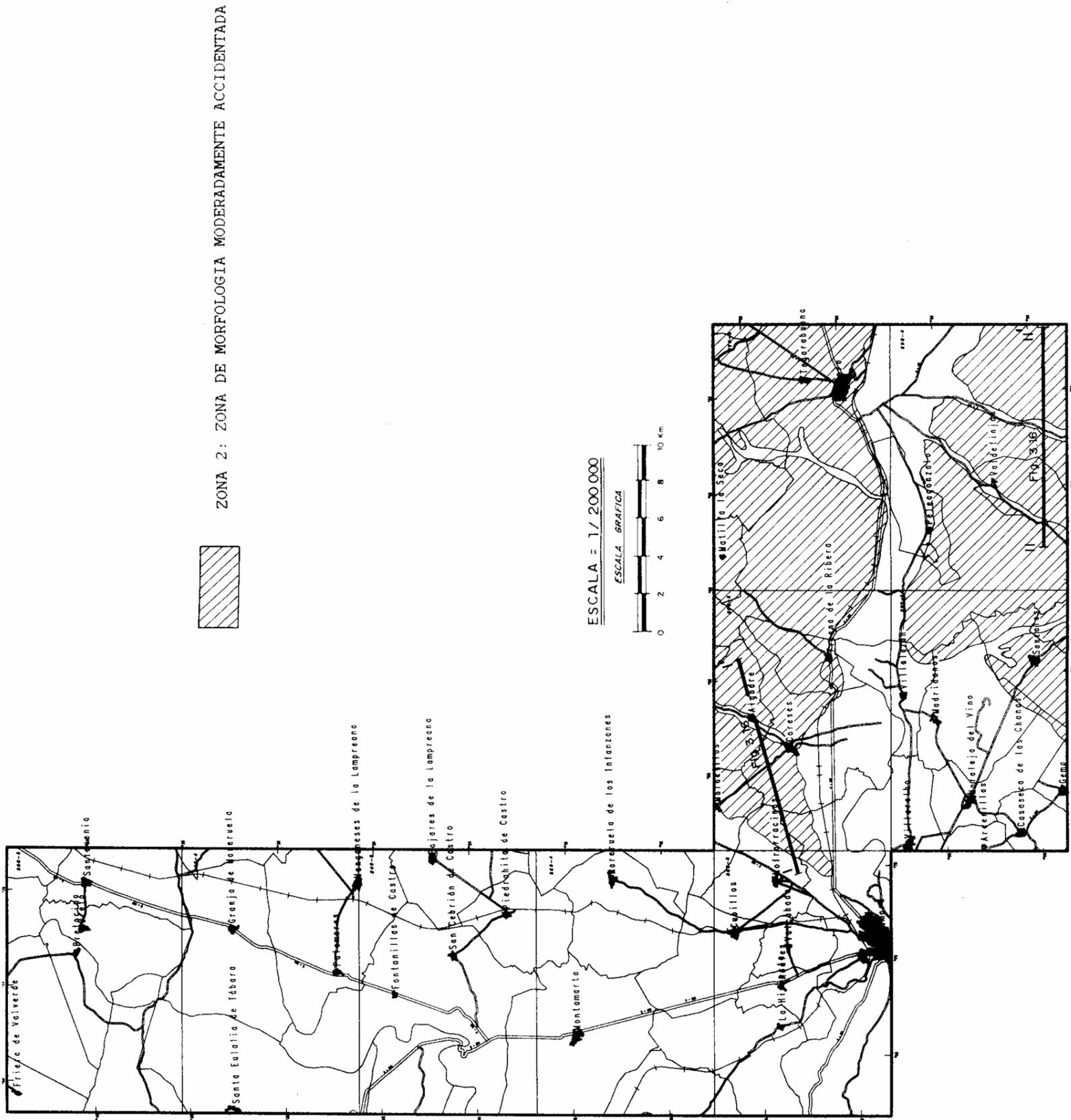


FIGURA 3.15. ESQUEMA DE SITUACIÓN DE LA ZONA 2 Y DE DOS CORTES GEOLÓGICOS ESQUEMÁTICOS REALIZADOS EN LA MISMA.

3.3.2. Tectónica

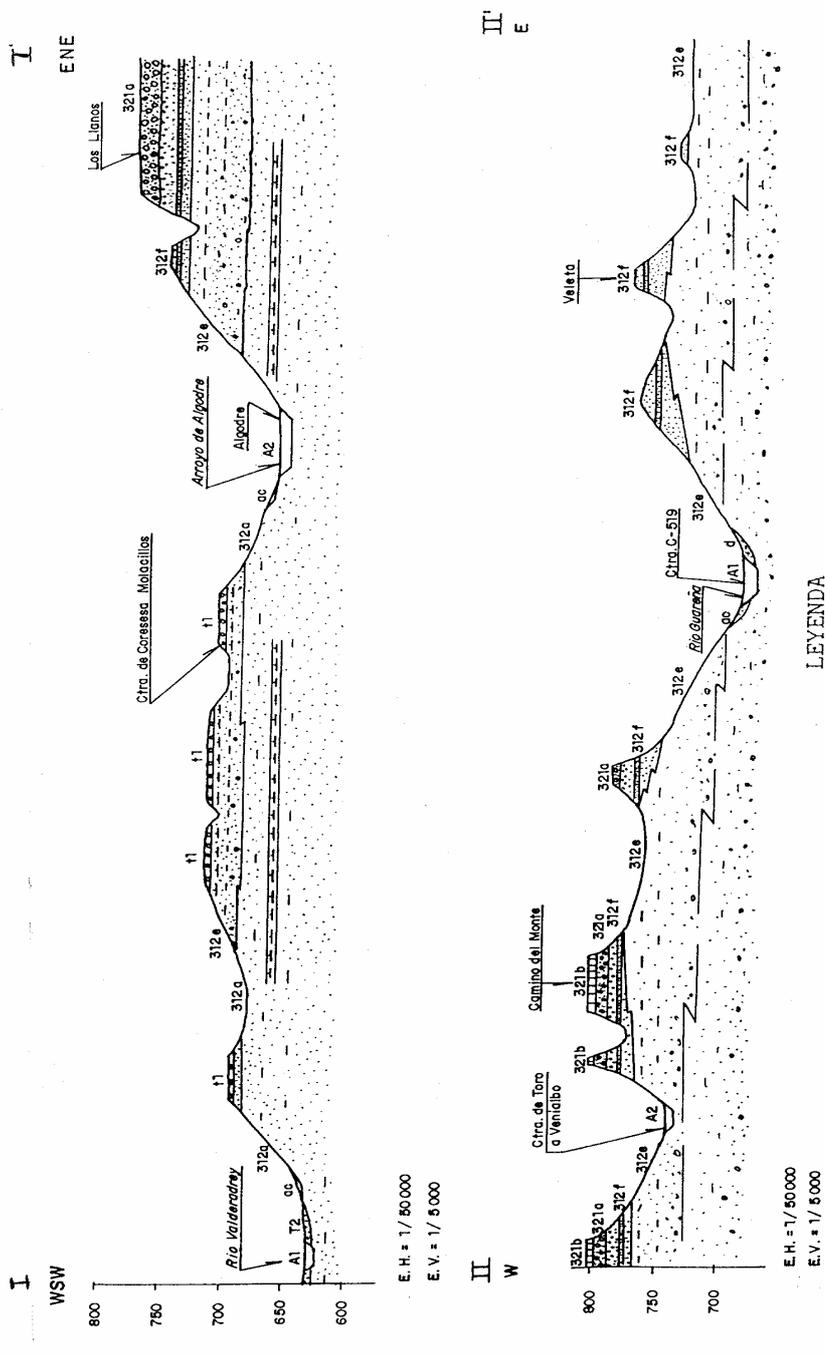
La Zona 1 se localiza íntegramente en la Cuenca del Duero y sus materiales se caracterizan por presentar una disposición horizontal o subhorizontal, que denotan un marcado carácter atectónico.

Sin embargo, algunos autores piensan que hay ciertos indicios que indican movimientos del zócalo, provocados por la reactivación de fallas hercínicas durante la orogenia Alpina.

Estos indicios o manifestaciones son:

- Fracturación de afloramientos paleocenos
- Representación de varias fases alpinas en las paraconformidades observadas
- Alineaciones en los cambios de facies
- Rectilinealidad y paralelismo entre cursos fluviales
- Asimetría en el desarrollo de las terrazas de los ríos

En la Figura 3.16 se muestran dos cortes geológicos esquemáticos representativos de esta Zona.



- I**
WSW
- II**
W
- LEYENDA**
- A1: ALUVIAL GRUESO. Gravas, bolos y arenas
 - A2: ALUVIAL FINO. Arenas y arcillas con lentejones de gravas
 - ac: ALUVIO-COLUVIAL. Arcillas limosas y arenas, con gravas y cantos dispersos
 - T2: TERRAZA BAJA. Gravas y bolos silíceos con matriz arenosa, recubiertos por limos arenosos
 - t1: TERRAZA ALTA. Gravas y bolos silíceos con matriz arenosa
 - d: CONO DE DEYECCION. Limos arcillosos y arenas, con gravas y cantos dispersos
 - 312b: Calizas blanquecinas
 - 321a: Gravas y bolos con matriz arcillosa, limolitas y costras calcárea
 - 312f: Limolitas, areniscas y conglomerados
 - 312e: Arenas, gravas, limos arenosos, limolitas y margas
 - 312a: Limos arenosos con pasadas margosas

FIGURA 3.16. CORTES GEOLÓGICOS ESQUEMÁTICOS DE LA ZONA 2

3.3.3. Columna estratigráfica

Los grupos litológicos señalados con el asterisco (*) en la Figura 3.17 son los existentes en la Zona 2.

3.3.4. Grupos litológicos

En esta Zona 2 se han distinguido las formaciones geológicas siguientes

ALUVIALES FINOS, (A2)

Este grupo se describe en la Zona 3

ALUVIO-COLUVIAL, (ac)

- Litología

Conjunto formado por arcillas limosas y arenas, con gravas y cantos dispersos de naturaleza poligénica.

- Estructura

Son sedimentos depositados por procesos mixtos de aguas de arroyada y de gravedad. Su aspecto es masivo y se acumulan en zonas de escasa pendiente, adaptándose a la superficie subyacente (Figura 3.18). La potencia de este grupo se estima inferior a los 3 m.

- Geotecnia

Son materiales poco permeables y con un drenaje superficial deficiente. Se excavan con facilidad y suelen ser erosionables. La capacidad portante es baja y los asentos estimados altos.

Se recomienda que los taludes de excavación no superen los 30° ó 35° de pendiente.

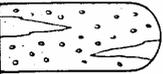
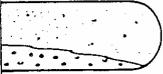
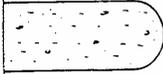
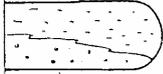
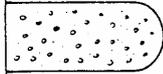
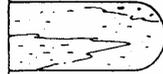
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	LITOLOGIA	EDAD	GRUPO	
			LITOLÓGICO	GEOTÉCNICO
	ALUVIAL GRUESO: GRAVAS, BOLOS Y ARENAS.	CUATERNARIO	A1	GT1
	* ALUVIAL FINO: ARENAS Y ARCILLAS CON LENTEJONES DE GRAVAS.	CUATERNARIO	A2	GT2
	COLUVION: CANTOS Y BLOQUES METAMÓRFICOS CON MATRIZ ARENOSA O ARCILLOSA.	CUATERNARIO	c	GT3
	* ALUVIO-COLUVIAL: ARCILLAS LIMOSAS Y ARENAS CON GRAVAS Y CANTOS DISP.	CUATERNARIO	ac	GT4
	* ABANICO-ALUVIAL: ARENAS Y ARCILLAS CON GRAVILLAS DISPERSAS.	CUATERNARIO	aa	GT4
	GLACIS: ARCILLAS ARENOSAS CON GRAVAS Y BOLOS DISPERSOS.	CUATERNARIO	g	GT9
	* MANTO EOLICO: ARENAS FINAS LIMPIAS Y MAL CALIBRADAS.	CUATERNARIO	e	GT5
	* TERRAZA BAJA: GRAVAS Y BOLOS SILICEOS CON MATRIZ ARENOSA RECUBIERTOS POR LIMOS ARENOSOS.	CUATERNARIO	T2	GT1
	* TERRAZA ALTA: GRAVAS Y BOLOS SILICEOS CON MATRIZ ARENOSA.	CUATERNARIO	t1	GT6
	* CONO DE DEYECCION: LIMOS ARCILLOSOS Y ARENAS CON GRAVAS Y CANTOS DISPERSOS.	CUATERNARIO	d	GT4

FIGURA 3.17. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA ZONA 2.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA	LITOLOGIA	EDAD	GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO
	* ARCILLAS ARENOSAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS.	MIOCENO	321 c	GT 8
	* CALIZAS BLANQUECINAS.	MIOCENO	321 b	GT 7
	* GRAVAS Y BOLOS CON MATRIZ ARCILLOSA, LIMOLITAS Y COSTRAS CALCAREAS.	MIOCENO	321 a	GT 9
	* LIMOLITAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS.	EOCENO	312 f	GT 10
	* ARENAS, GRAVAS, LIMOS ARENOSOS, LIMOLITAS Y MARGAS.	EOCENO	312 e	GT 11
	LIMOLITAS, ARCILLITAS Y MARGAS.	EOCENO	312 d	GT 11
	CALIZAS BLANQUECINAS.	EOCENO	312 c	GT 7
	* MARGAS CON INTERCALACIONES DE CALIZAS.	EOCENO	312 b	GT 12
	LIMOS ARENOSOS CON PASADAS MARGOSAS.	EOCENO	312 a	GT 8
	ALTERNANCIA DE CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y LIMOS.	PALEOCENO	311 b	GT 13
	ARENAS Y LIMOS CON GRAVAS DISPERSAS; CONGLOMERADOS EN LA BASE.	PALEOCENO	311 a	GT 14
	CUARCITAS MICACEAS.	ORDOVICICO MEDIO	122 b	GT 15
	PIZARRAS Y FILITAS.	ORDOVICICO MEDIO	122 a	GT 16
	CUARCITAS CON DELGADAS CAPAS DE FILITAS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 e	GT 15
	ALTERNANCIA DE CUARCITAS Y FILITAS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 d	GT 15
	CUARCITAS CON INTERCALACIONES DE PIZARRAS Y ESQUISTOS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 c	GT 15
	CUARCITAS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 b	GT 15
PIZARRAS Y ESQUISTOS CON INTERCALACIONES DE CUARCITAS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 a	GT 16	
ESQUISTOS CON DIQUES DE CUARZO.	PRECAMBRICO	010 b	GT 16	
GNEIS EN FACIES "OLLO DE SAPO"	PRECAMBRICO	010 a	GT 17	

FIGURA 3.17. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA ZONA 2 (CONT.).



Figura 3.18. En primer término, depósitos aluvio-coluviales en el valle del arroyo Algodre.

ABANICO ALUVIAL, (aa)

Este grupo está descrito en la Zona 4

MANTO EÓLICO, (e)

- Litología

Arenas blanco-amarillentas, de grano fino, limpias y generalmente mal clasificadas (Figura 3.19).

- Estructura

Son depósitos extensos en relación con su espesor, ya que no suelen superar los 2.0 m. Presentan estructuras internas típicamente eólicas, siendo las más frecuentes la estratificación cruzada y los ripples.



Figura 3.19. Manto eólico recubriendo a los materiales rojizos del grupo (321e), en el paraje de Monte de la Reina.

- Geotecnia

Se trata de suelos granulares no cohesivos, altamente permeables y muy fácilmente excavables. La capacidad portante es baja y los asentamientos diferenciales altos a corto plazo. Normalmente son difíciles de compactar.

Como materiales de préstamo pueden ser suelos seleccionados atendiendo a su granulometría, pero por densidad pueden llegar a ser inadecuados. Estos sedimentos pueden utilizarse para la fabricación de hormigones, suelo-cemento y para compensación de curvas granulométricas.

No se han observado taludes de interés, pero se recomienda que los excavados en este grupo no superen los 35° de pendiente.

TERRAZA BAJA, (T2)

TERRAZA ALTA, (t)

CONO DE DEYECCIÓN, (d)

Estos tres grupos se describen en la Zona 4.

ARCILLAS ARENOSAS CON INTERCALACIONES ESPORÁDICAS DE ARENISCAS,
(321c)

Este grupo está descrito en la Zona 3.

CALIZAS ARENOSAS Y CALIZAS MICRÍTICAS, (321b)

- Litología

Se trata de calizas arenosas y calizas micríticas, de tonos blanquecinos y estratificadas irregularmente en niveles de 0.2 a 0.4 m de espesor.

- Estructura

Son materiales dispuestos horizontalmente y cuyo proceso de formación pudo ser parecido a la de los suelos de caliche. La potencia del grupo es inferior a los 10 m (Figura 3.20).

- Geotecnia

Este grupo puede presentar problemas puntuales de drenaje, ya que su escorrentía superficial se realiza exclusivamente por percolación. Por infiltración pueden dar lugar a acuíferos colgados, aunque no se han observado fuentes o manantiales en el contacto con la formación subyacente, que denoten la existencia y descarga de dichos acuíferos. Puntualmente puede ser difícilmente excavable, su capacidad de carga es media-alta y los asentamientos a que pueden dar lugar bajos o nulos. Debido a sus características litológicas, pueden existir oquedades originadas por procesos de disolución. Los taludes de excavación en estos materiales admiten pendientes pronunciadas.



Figura 3.20. Detalle de un afloramiento de las calizas del grupo (321b), en el cerro de Las Canteras, al sur de Valdefinjas (H:398/4).

GRAVAS Y BOLOS CON MATRIZ ARCILLOSA, (321a)

- Litología

Este grupo corresponde a una unidad característica en la Tierra del Vino de Zamora, conocida como la "Facies roja de Toro". Está constituida por gravas y bolos de naturaleza silíceas, trabados por una matriz arcillosa plástica, de tonos rojizos característicos y con intercalaciones de limolitas y costras calcáreas (Figura 3.21). Algunos niveles de gravas situadas cerca de la base presentan pátinas de tonos oscuros, que corresponden a tinciones de óxidos de hierro o de manganeso.

- Estructura

Son materiales prácticamente masivos, aunque internamente se observan estratificaciones cruzadas y paleocauces. Una de las características de esta unidad es que su base llega a apoyarse sobre tres unidades distintas. La potencia máxima de este grupo se estima del orden de 50 m.



Figura 3.21. Desmante en el grupo (321a), en la pista de tierra que recorre el cerro Camino del Monte (H:398/4).

- Geotecnia

Son materiales poco permeables debido a la naturaleza arcillosa de su matriz. El drenaje superficial es deficiente a causa de su horizontalidad, de modo que son áreas con un alto riesgo de encharcarse en épocas de lluvias. Se erosionan en zonas de pendientes pronunciadas, como ocurre en las vertientes de los valles, donde se forman profundas cárcavas (Figura 3.22); en algunos casos las cárcavas se inician en la formación subyacente y por erosión remontante alcanzan a los conglomerados superiores.

Al no estar cementados se considera que la capacidad portante es baja y los asentamientos previsiblemente altos. Se excavan por medios mecánicos convencionales. Se han observado taludes de alturas medias, estables y con inclinaciones de 35° , e inestables para pendientes de 45° (Figura 3.23).

Este grupo no se puede utilizar como materiales de préstamo, ya que son suelos inadecuados.



Figura 3.22. Al fondo, cárcavas en los materiales de los grupos (321a) y (312e), en el valle del arroyo Adalía.



Figura 3.23. Deslizamientos en un talud excavado en las gravas arcillosas del grupo litológico (321a), localizado en una curva abandonada de la carretera N-630, hacia la cola del embalse de Ricobayo.

LIMOLITAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS, (312f)

- Litología

La parte basal de este grupo está compuesto por una alternancia de limolitas y areniscas, que hacia techo desaparecen y culminan con niveles de conglomerados.

Las limolitas son arenosas, de tonos ocre y rojizos, de aspecto abigarrado y estratificadas en niveles masivos de 0.2 a 0.5 m de espesor (Figura 3.24).

Las areniscas presentan tonos blanquecinos, son de grano medio y están cementadas por carbonatos. Se disponen en bancos de 1 a 2 m de potencia, estratificados en niveles de 0.2 a 0.5 m de espesor.

Los conglomerados están constituidos por cantos de cuarcita de menos de 2 cm de diámetro, matriz arenosa y cemento calcáreo, y dispuestos en bancos de 0.5 m de espesor (Figura 3.25).

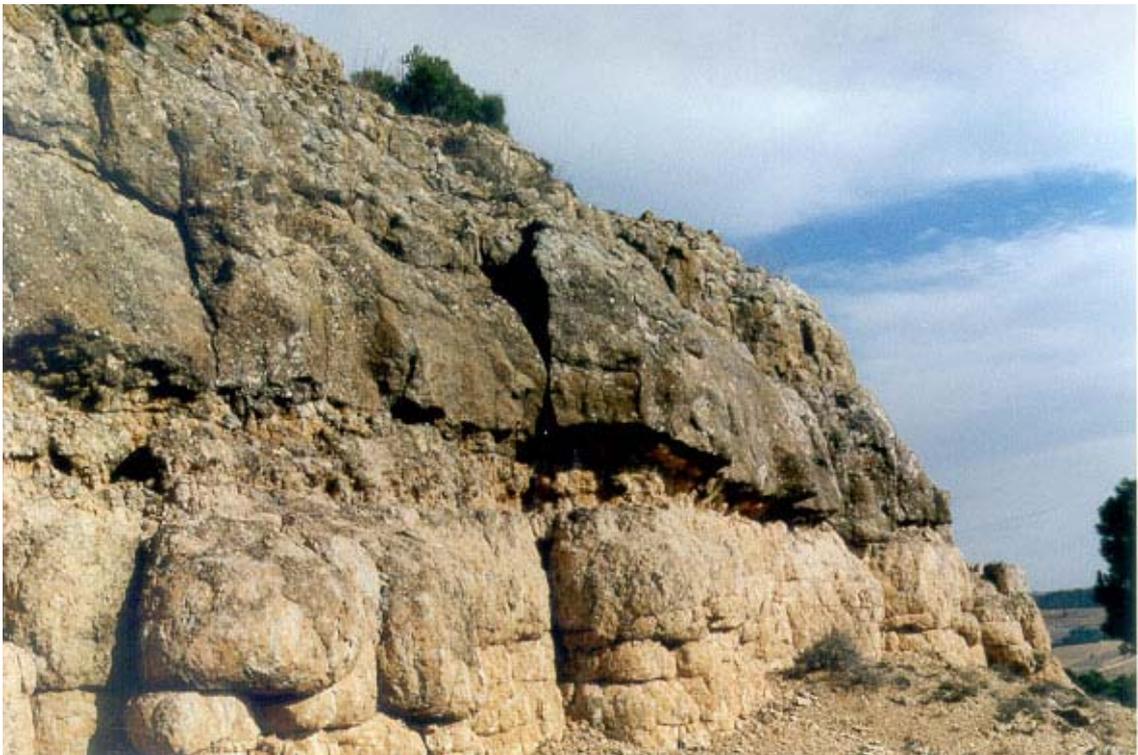


Figura 3.24. Contacto entre las limolitas arenosas, en la base, y los conglomerados fuertemente cementados, en el techo. La fotografía ha sido tomada en el cerro Camino del Monte (H:398/4).

- Estructura

Estos materiales tienen una estructura horizontal y acuñamientos laterales locales.

- Geotecnia

El grupo está formado por una alternancia de capas de baja permeabilidad (limolitas) con otras de mayor permeabilidad (conglomerados y areniscas). Esta disposición da lugar a la formación de un acuífero multicapa, con horizontes freáticos colgados. La escorrentía superficial es muy activa debido a las pendientes topográficas tan pronunciadas que presenta este grupo. Los tramos de limolitas y de areniscas sí son ripables, mientras que los niveles de conglomerados presentan una ripabilidad marginal o incluso puede ser necesario el uso de explosivos para su remoción. La capacidad portante varía de baja a media en las limolitas y alta en los conglomerados, y los asentamientos de medios a nulos respectivamente. Los taludes excavados en estos materiales admitirán pendientes pronunciadas, aunque existe el riesgo de que se produzcan desplomes de las capas competentes, por erosión diferencial de las limolitas.



Figura 3.25. Detalle de los conglomerados. Obsérvese la fuerte cementación que presentan.

ARENAS, GRAVAS, LIMOS ARENOSOS, LIMOLITAS y MARGAS, (312e)

- Litología

Este grupo se caracteriza por presentar una gran variedad litológica y continuos cambios de facies, tanto en la vertical como en la horizontal. Está compuesta por una sucesión de arenas con gravas silíceas dispersas, limos arenosos, limolitas y, localmente, margas blanquecinas (Figura 3.26).



Figura 3.26. Pequeño talud excavado en los niveles de arenas con gravas silíceas del grupo litológico (312e), en la pista que desciende del cerro Camino del Monte a la carretera C-519.

- Estructura

Son materiales horizontales que se apoyan de manera disconforme sobre los materiales subyacentes y, como ya se ha indicado anteriormente, con importantes cambios laterales y verticales de facies.

- Geotecnia

Es un grupo con una capacidad de carga baja-media y unos asentamientos de tipo medio. Es excavable por medios mecánicos y erosionable (formación de cárcavas) en los tramos de pendiente muy pronunciada (Figura 3.27). Los niveles arenosos son permeables, mientras que los limos, limolitas y margas son escasamente permeables. El drenaje superficial es bueno, por escorrentía en los tramos altos e infiltración en los inferiores. Dada su gran heterogeneidad litológica estos materiales dan suelos clasificados desde inadecuados hasta seleccionados. En la actualidad se explotan como materiales de préstamo (Figura 3.28).

Se recomienda que los taludes de excavación tengan como máximo pendientes de 40° a 45°.



Figura 3.27. Erosión de los limos arenosos del grupo litológico (312e). Escarpe en el margen derecho del río Duero, al sur de Toro.



Figura 3.28. Detalle del frente de explotación de un arenero abierto en el grupo (312e), situado al Este de Fresno de la Ribera.

LIMOS ARENOSOS CON INTERCALACIONES MARGOSAS, (312a)

Este grupo está descrito en la Zona 3.

3.3.5. Grupos geotécnicos

Teniendo en cuenta los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona 2, así como sus respectivas características geotécnicas, se han definido los siguientes "grupos geotécnicos".

- GT1. Gravas, bolos y arenas

Son materiales parcialmente inundables en épocas de avenidas y con niveles freáticos a escasa profundidad. Permeabilidad variable y excavabilidad mecánica. La capacidad de carga es baja-media y los asentamientos previsibles medios y altos. Constituyen yacimientos granulares excelentes para materiales de préstamo. Forma este grupo geotécnico el grupo litológico (T2).

- GT2. Arenas, arcillas y gravas

Conjunto poco permeable y con un drenaje superficial deficiente. Son inundables en épocas de crecida y tienen niveles freáticos a escasa profundidad. La capacidad de carga es baja y los asentos altos. Excavabilidad fácil. Los materiales de este grupo se clasifican como suelos tolerables, adecuados y seleccionados. Constituye este grupo geotécnico el grupo litológico (A2).

- GT4. Arcillas limosas, arcillas, limos arcillosos, arenas, cantos y gravas

Grupo ripable, poco permeable y con un drenaje superficial deficiente. La capacidad de carga es baja y los asentos previsible altos. Se estima que pueden ser suelos desde tolerables hasta seleccionados. Constituyen este grupo geotécnico los grupos litológicos (ac), (aa) y (d).

- GT5. Arenas de grano fino

Materiales granulares altamente permeables y difíciles de compactar. Excavabilidad fácil. Capacidad portante baja y asentos diferenciales altos a corto plazo. Estos materiales por granulometría son suelos seleccionados, pero por densidad pueden ser hasta inadecuados. Se recomienda ángulos no superiores a los 35° para sus taludes de excavación. Este grupo geotécnico lo constituye el grupo litológico (e).

- GT6. Gravas, bolos, arenas y arenas gruesas arcillosas

Grupo con posibles niveles freáticos a escasa profundidad. Permeabilidad media-alta y drenaje superficial por infiltración. Problemas locales de encharcamientos. Capacidad portante y asentos de tipo medio. Grupo excelente para materiales de préstamo. Este grupo geotécnico está integrado solamente por el grupo litológico (t1).

- GT7. Calizas arenosas y calizas micríticas

Materiales permeables por percolación y problemas locales de escorrentía superficial. Riesgos puntuales de hundimientos o colapsos por la presencia de oquedades debidas a procesos de karstificación. Existencia probable de acuíferos colgados en su base, que den lugar a la aparición de fuentes o manantiales que afecten a la estabilidad de los desmontes. La capacidad de carga varía de media a alta y los asentos de medios a nulos. Los taludes de excavación podrán tener normalmente pendientes fuertes. Este grupo geotécnico está formado por el grupo litológico (321b).

- GT8. Arcillas arenosas y limos arenosos, con intercalaciones de areniscas y margas

Grupo poco permeable y con problemas locales de endorreísmo. Son materiales ripables, alterables y erosionables. Capacidad portante baja-media y asientos medios-altos, éstos últimos fundamentalmente en los niveles superficiales alterados. Son suelos inadecuados, tolerables y adecuados. Los taludes observados son bajos, estables y con pendientes comprendidas entre 35° y 40°. Constituye este grupo geotécnico las formaciones (321c) y (312a).

- GT9. Gravas, bolos, limolitas y niveles carbonatados

Son materiales que presentan una permeabilidad baja y un drenaje superficial deficiente, con riesgo de encharcamientos en zonas endorreicas. Erosionables en áreas de vertientes pronunciadas. Capacidad portante baja y asientos altos. Taludes de excavación inestables para pendientes superiores a los 35°-40°. Generalmente son suelos inadecuados. Constituye este grupo geotécnico el grupo litológico (321a).

- GT10. Limolitas, areniscas y conglomerados

Grupo que constituye un acuífero multicapa, debido a la disposición alternante de capas permeables e impermeables. Escorrentía superficial muy activa a favor de pendientes topográficas fuertes. Ripabilidad muy variable, desde fácilmente hasta tener que utilizar posiblemente explosivos. Capacidad de carga baja-media y asientos medios en las limolitas, y capacidad portante muy alta en los conglomerados. En los taludes existe el riesgo de caída de bloques al quedar descalzados niveles competentes por erosión diferencial. Este grupo geotécnico está formado únicamente por la formación (312f).

- GT11. Arenas, gravas, limos arenosos, limolitas y margas

Materiales con una capacidad portante y unos asientos de tipo medio, excepto en los niveles superficiales alterados, donde la capacidad de carga es baja y los asientos altos. Ripables y erosionables en zonas de pendientes pronunciadas. Debido a su heterogeneidad litológica presentan una permeabilidad y un drenaje superficial muy variable. Son suelos clasificados desde inadecuados hasta seleccionados. Se recomienda que los taludes artificiales no superen los 35° de pendiente. Constituye este grupo geotécnico la formación (312e).

3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Dada la morfología de esta Zona, correspondiente a una meseta seccionada por valles relativamente profundos, es frecuente que puntualmente existan problemas topográficos importantes. Los obstáculos orográficos que se plantean son siempre similares y repetitivos: para saltar de una zona llana a otra, hay que salvar escarpes de vertientes muy pronunciadas y alturas importantes. En esta Zona los valles fluviales tienen una orientación "desfavorable" en cuanto al desarrollo de vías de comunicación en sentido E-W, ya que al ser afluentes del río Duero tienen una dirección E-W. Por ejemplo, el paso de la Zona 2 a la Zona 3 por el sector Sur, es especialmente problemático, ya que si no se aprovecha el pasillo del Duero hay que salvar un escarpe de 120 m, el cual articula esta Zona elevada con el área llana y deprimida por la que se accede a Zamora.

Los aspectos geotécnicos más relevantes corresponden a los problemas de drenaje que surgen en las zonas llanas ocupadas por los materiales terciarios del grupo (312a) y las "Facies Tierra de Campos" y "Facies roja de Toro". También se plantean en estas formaciones, junto con las cuaternarias, problemas de capacidad portante y de asentamientos de consideración.

La estabilidad de los taludes más problemática, a partir de alturas medias, corresponde a las formaciones arcillosas (312a) y (321c), donde se recomienda que los taludes no tengan pendientes de más de 30° ó 35°.

No existen problemas de excavabilidad, excepto en los conglomerados del techo del grupo (312f).

Por último, existe el riesgo de erosión y formación de cárcavas en la cabecera alta de las vertientes, debido a las fuertes pendientes topográficas de esta Zona. Los materiales con problemas de erosionabilidad son los de los grupos (321a) y (312e).

3.4. ZONA 3: ZONA DE MORFOLOGÍA LLANA Y SUAVEMENTE ALOMADA

3.4.1. Geomorfología

La Zona 3 se extiende por todas las Hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional que abarca el Estudio, a excepción de las Hojas:369-2, 470-3 y 398-4. De los cuadrantes que ocupa, solamente llega a cubrir en su totalidad el cuadrante: 369-4. La Figura 3.29 muestra la distribución de esta Zona dentro del Tramo, así como la situación de dos cortes geológicos esquemáticos realizados en la misma.

La Zona 3 se caracteriza por presentar una morfología aplanada, cuya génesis presenta una cierta complejidad, debido a que dicha morfología no es atribuible a un modelado fluvial reciente. Las "Facies Tierra de Campos" no están afectadas por esta planitud. Su relieve suavemente ondulado y amarillento se modifica por otro más plano y rojizo, cuando sus afloramientos desaparecen y son sustituidos por los de las series rojas infraneógenas. Este relieve tabular corresponde a un plano estructural con retoques erosivos, construida sobre la formación roja infraneógena y previa a las "Facies Tierra de Campos", y posteriormente exhumada durante la disección.

Como ocurre en la Zona 2, también aparecen cerros testigos aislados de aspecto tabular, coronados por calizas. Los más significativos se localizan al N y E de Cubillos.

Una morfología especial dentro de esta Zona corresponde al río Esla. Este río discurre por un cauce encajado de vertientes muy pronunciadas, labrado entre materiales paleozoicos. El único accidente morfológico reseñable corresponde al propio valle, ya que una vez salvado éste, el terreno es completamente llano, ocupado por depósitos de terrazas, que en algunos casos reposan directamente sobre el sustrato metamórfico peneplanizado.

3.4.2. Tectónica

Esta Zona presenta las mismas características tectónicas que la Zona 2, ya que su separación se ha realizado en base a criterios geomorfológicos y no tectónicos.

En la Figura 3.30 se muestran dos cortes geológicos esquemáticos característicos de esta Zona.

3.4.3. Columna estratigráfica

Los grupos señalados con el asterisco (*) en la Figura 3.31 son los existentes en la Zona 3.

3.4.4. Grupos litológicos

Los grupos litológicos distinguidos en la Zona 3 son los siguientes:

ALUVIALES FINOS, (A2)

Este grupo está descrito en la Zona 4.

COLUVIÓN, (c)

Este grupo se ha descrito en la Zona 1.

ALUVIO-COLUVIAL, (ac)

Este grupo está descrito en la Zona 2.

ABANICO ALUVIAL, (aa)

Este grupo se describe en la Zona 4.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA	LITOLOGIA	EDAD	GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO
	* ARCILLAS ARENOSAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS.	MIOCENO	321 c	GT 8
	CALIZAS BLANQUECINAS.	MIOCENO	321 b	GT 7
	* GRAVAS Y BOLOS CON MATRIZ ARCILLOSA, LIMOLITAS Y COSTRAS CALCAREAS.	MIOCENO	321 a	GT 9
	* LIMOLITAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS.	EOCENO	312 f	GT 10
	* ARENAS, GRAVAS, LIMOS ARENOSOS, LIMOLITAS Y MARGAS.	EOCENO	312 e	GT 11
	* LIMOLITAS, ARCILLITAS Y MARGAS.	EOCENO	312 d	GT 11
	* CALIZAS BLANQUECINAS.	EOCENO	312 c	GT 7
	* MARGAS CON INTERCALACIONES DE CALIZAS.	EOCENO	312 b	GT 12
	* LIMOS ARENOSOS CON PASADAS MARGOSAS.	EOCENO	312 a	GT 8
	* ALTERNANCIA DE CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y LIMOS.	PALEOCENO	311 b	GT 13
	* ARENAS Y LIMOS CON GRAVAS DISPERSAS; CONGLOMERADOS EN LA BASE.	PALEOCENO	311 a	GT 14
	* CUARCITAS MICACEAS.	ORDOVICICO MEDIO	122 b	GT 15
	* PIZARRAS Y FILITAS.	ORDOVICICO MEDIO	122 a	GT 16
	* CUARCITAS CON DELGADAS CAPAS DE FILITAS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 e	GT 15
	* ALTERNANCIA DE CUARCITAS Y FILITAS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 d	GT 15
	* CUARCITAS CON INTERCALACIONES DE PIZARRAS Y ESQUISTOS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 c	GT 15
	CUARCITAS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 b	GT 15
* PIZARRAS Y ESQUISTOS CON INTERCALACIONES DE CUARCITAS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 a	GT 16	
ESQUISTOS CON DIQUES DE CUARZO.	PRECAMBRICO	010 b	GT 16	
* GNEIS EN FACIES "OLLO DE SAPO"	PRECAMBRICO	010 a	GT 17	

FIGURA 3.31. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA ZONA 3.

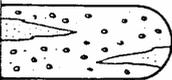
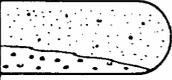
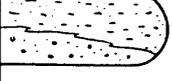
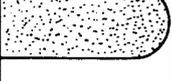
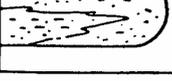
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	LITOLOGIA	EDAD	GRUPO	
			LITOLÓGICO	GEOTÉCNICO
	ALUVIAL GRUESO: GRAVAS, BOLOS Y ARENAS.	CUATERNARIO	A1	GT1
	* ALUVIAL FINO: ARENAS Y ARCILLAS CON LENTEJONES DE GRAVAS.	CUATERNARIO	A2	GT2
	* COLUVION: CANTOS Y BLOQUES METAMORFICOS CON MATRIZ ARENOSA O ARCILLOSA.	CUATERNARIO	c	GT3
	* ALUVIO-COLUVIAL: ARCILLAS LIMOSAS Y ARENAS CON GRAVAS Y CANTOS DISP.	CUATERNARIO	ac	GT4
	* ABANICO-ALUVIAL: ARENAS Y ARCILLAS CON GRAVILLAS DISPERSAS.	CUATERNARIO	aa	GT4
	* GLACIS: ARCILLAS ARENOSAS CON GRAVAS Y BOLOS DISPERSOS.	CUATERNARIO	g	GT9
	* MANTO EOLICO: ARENAS FINAS LIMPIAS Y MAL CALIBRADAS.	CUATERNARIO	e	GT5
	TERRAZA BAJA: GRAVAS Y BOLOS SILICEOS CON MATRIZ ARENOSA RECUBIERTOS POR LIMOS ARENOSOS.	CUATERNARIO	T2	GT1
	* TERRAZA ALTA: GRAVAS Y BOLOS SILICEOS CON MATRIZ ARENOSA.	CUATERNARIO	t1	GT6
	CONO DE DEYECCION: LIMOS ARCILLOSOS Y ARENAS CON GRAVAS Y CANTOS DISPERSOS.	CUATERNARIO	d	GT4

FIGURA 3.31. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA ZONA 3 (CONT.).

GLACIS, (g)

- Litología

Son depósitos compuestos por arenas finas y arcillas, de tonos rojizos y con gravas y bolos dispersos de cuarcita (Figura 3.32).



Figura 3.32. Glacis constituido por gravas y bolos con matriz arcillosa, que descansan sobre los materiales del grupo (311a). Carretera de La Hiniesta a Andavías. P.K.12.

- Estructura

Se localizan en zonas elevadas llanas o en las laderas de los cerros de escasa pendiente. Son sedimentos masivos sin estructura interna alguna. El espesor de este grupo oscila entre 1 y 3 m.

- Geotecnia

Son terrenos de permeabilidad media y muy mala escorrentía superficial. Pueden acumular agua en su base cuando descansan sobre depósitos arcillosos. Su capacidad portante se considera baja y pueden dar lugar a asientos diferenciales altos, sobre todo en las zonas indicadas anteriormente, con niveles freáticos a escasa profundidad. Su excavabilidad es fácil. Se estima que estos materiales son suelos inadecuados (por plasticidad alta) o tolerables.

Se recomienda una pendiente media de 35° para sus taludes de excavación.

MANTO EÓLICO, (e)

Este grupo está descrito en la Zona 2

TERRAZA ALTA, (t1)

Este grupo está descrito en la Zona 4.

ARCILLAS ARENOSAS CON INTERCALACIONES ESPORÁDICAS DE ARENISCAS, (321c)

- Litología

Este grupo pertenece a una formación típica del Mioceno castellano, denominada "Facies Tierra de Campos". Está constituida por arcillas arenosas de tonos ocre, amarillentos y rojizos, con pasadas de arcillas grisáceas plásticas e intercalaciones esporádicas de areniscas de grano muy fino (Figura 3.33).

- Estructura

Los materiales de este grupo se disponen horizontalmente y se caracterizan por presentar cambios laterales de facies y lechos lenticulares, correspondientes a paleocanales. La potencia máxima del grupo se estima del orden de 60 m.



Figura 3.33. Detalle las arcillas amarillentas del grupo (321c), en las proximidades del cerro El Picón (H:308/3).

- Geotecnia

El conjunto globalmente se considera poco permeable y con una escorrentía superficial mala a causa de su topografía tendida. En zonas llanas y con tendencia al endorreísmo pueden existir graves problemas de encharcamientos, de modo que será necesario llevar a cabo un drenaje eficiente de la calzada. Son materiales erosionables y ripables. La capacidad de carga se considera baja-media y los asentos previsibles medios-altos. Los asentos diferenciales pueden aumentar más de lo estimado en los niveles superficiales alterados.

Los taludes observados son estables, de alturas bajas y con pendientes de 35°, aunque con signos evidentes de erosión. Para materiales de préstamo son inadecuados o tolerables.

GRAVAS Y BOLOS CON MATRIZ ARCILLOSA, (321a)

LIMOLITAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS, (312f)

ARENAS, GRAVAS, LIMOS ARENOSOS, LIMOLITAS y MARGAS, (312e)

Estos grupos están descritos en la Zona 2.

LIMOLITAS, ARCILLITAS Y ARENISCAS, (312d)

-

- Litología

Conjunto constituido por limolitas ligeramente margosas, de color gris-verdoso y estratificadas en niveles centimétricos, arcillitas masivas de tonos rojizos con pasadas grisáceas y ,hacia techo, areniscas blanquecinas. Estas areniscas aparecen muy desgajadas, con arcillas rojas rellenas las grietas, de tal modo que presentan un aspecto discontinuo e irregular, tipo "muñequitas". Es probable que el estado en que aparecen estas areniscas sea debido a procesos edáficos, ya que la arcillas que rellenan las grietas pueden proceder del glacis que recubre puntualmente a estos materiales (Figura 3.34).

- Estructura

Disposición horizontal, sin deformación aparente alguna. La potencia máxima del grupo es del orden de 30 m.

- Geotecnia

Son materiales poco permeables y con un drenaje superficial de medio a bajo. Son ripables y se estima que su capacidad portante es de tipo medio, excepto en los niveles superficiales alterados que es baja.

Se han observado taludes bajos, con berma intermedia en algún caso, estables y con inclinaciones de 50°.



Figura 3.34. Talud excavado en las arcillitas masivas del grupo (312d), situado a la C.N.-630. P.K.269,100.

CALIZAS BLANQUECINAS, (312c)

- Litología

Calizas blancuecinas, micríticas, de aspecto pulverulento, estratificadas horizontalmente en capas de 0.2 a 0.4 m de espesor.

- Estructura

Este grupo aparece instalado en la cima de los montes, protegiéndolos de la erosión. Su estructura horizontal origina la aparición de cerros testigos, de formas tabulares características.

- Geotecnia

Se han observado la presencia de cuevas debido a procesos de karstificación, hecho que hay que tener en cuenta para evitar posibles hundimientos que afecten tanto a la calzada como a posibles obras de fábrica (Figura 3.35).



Figura 3.35. Vista general de las calizas horizontales del grupo (312c). Obsérvese la cueva que aparece en la base de los estratos, originada por procesos karsticos de disolución. Cerro situado al E de Cubillos.

Son materiales permeables por percolación y karstificación. Su escorrentía superficial es muy deficiente cuando no nula, de modo que pueden crearse localmente problemas

de drenaje, sobre todo en aquellas zonas recubiertas por arcillas de descalcificación. es posible que exista un nivel freático colgado en el contacto con las margas subyacentes, que puntualmente descargue por fuentes o manantiales, a pesar de que éstas últimas no se han observado. La capacidad de carga se considera de media a alta, excepto en los niveles superficiales alterados a arcillas, que pueden dar lugar a asientos diferenciales significativos. Generalmente los taludes de excavación podrán admitir pendientes pronunciadas.

En estos materiales existen pequeñas canteras abiertas que se han explotado para la obtención de cal, no teniéndose constancia de su utilización como préstamos en obras de carreteras.

MARGAS BLANQUECINAS CON INTERCALACIONES CALCÁREAS, (312b)

- Litología

Conjunto constituido por margas de tonos blanquecinos, con intercalaciones centimétricas de calizas del mismo color. Los niveles de calizas se distribuyen entre las margas con un espaciado que oscila entre 5 y 50 cm aproximadamente (Figura 3.36).

- Estructura

Grupo no deformado, dispuesto horizontalmente. Su potencia es del orden de 10 m.

- Geotecnia

Se trata de materiales muy poco permeables pero con buena escorrentía superficial, a causa de las pendientes topográficas tan fuertes que presenta (Figura 3.37). Se alteran rápidamente en contacto con el agua, de modo que la capa superficial meteorizada puede originar asientos de consideración. En estado sano la capacidad de carga se estima que es de tipo medio. Son excavables por medios mecánicos normales. Se recomienda pendientes de hasta 45° para los taludes de excavación.



Figura 3.36. *Margas blanquecinas con intercalaciones de calizas, en un cerro localizado al E de Cubillos.*



Figura 3.37. *Morfología típica del grupo (312b). Al fondo, el pueblo de Cubillos.*
LIMOS ARENOSOS CON INTERCALACIONES MARGOSAS, (312a)

- Litología

Conjunto constituido por limos arenosos masivos, de tonos ocre y grisáceos, con intercalaciones centimétricas de margas blancuecinas (Figura 3.38).



Figura 3.38. Limos masivos del grupo (312a), en un pequeño talud situado en el P.K.1,5 de la carretera de Zamora a La Hiniesta.

- Estructura

Son materiales masivos, que descansan disconformes y horizontalmente sobre los materiales subyacentes.

- Geotecnia

Es un grupo cohesivo, poco permeable y con un drenaje superficial generalmente deficiente, con problemas locales de endorreísmo. Son materiales alterables, erosionables y ripables. La capacidad de carga se considera baja y los asientos altos, fundamentalmente en los niveles superficiales alterados. Los taludes observados son de alturas baja, estables e inestables, erosionables y con inclinaciones de 40°. Para reducir la erosión, por escorrentía de las aguas en los taludes, se podría verticalizar más las pendientes, pero esta solución aumenta el riesgo de que se produzcan deslizamientos, de modo que se recomienda dejar taludes tendidos y construir recogidas de aguas en coronación, que las canalicen y eviten que circulen por el paramento del talud.

Son materiales que proporcionan suelos tolerables, aunque localmente pueden ser inadecuados y adecuados.

CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y LIMOS, (311b)

- Litología

Este conjunto está compuesto por una alternancia de conglomerados, areniscas y limos, dispuestos en ritmos de 0.5 a 1.5 m de espesor y separados por superficies erosivas.

Los conglomerados están compuestos por cantos de cuarcita de tamaño inferior a los 5 cm, matriz arenosa de grano fino-medio y cemento silíceo. Son de tonos claros, aunque presentan niveles oscuros ferruginosos.

Las areniscas son de tonos claros, de grano fino a medio y cementadas por sílice.

Los limos son masivos y de colores ocre, grises y rojizos, de aspecto abigarrado (Figura 3.39).



Figura 3.39. Vista panorámica del grupo (311b), en un talud de la carretera de Zamora a La Hiniesta. P.K.3,0.

- Estructura

En un grupo con una estructura horizontal y una extensión muy reducida. Constituye auténticas "mesas", sobre una de las cuales se asienta Zamora capital. La potencia máxima del grupo es de 15 m.

- Geotecnia

Son materiales con características geotécnicas dispares a causa de su litología. Los niveles de conglomerados y de areniscas tienen una capacidad portante alta, mientras que en los limos es baja y pueden dar lugar a asentamientos diferenciales de consideración. La permeabilidad en conjunto es baja y el drenaje superficial muy deficiente.

La infiltración de agua a través de los conglomerados y de las areniscas puede dar lugar a acuíferos colgados en el contacto con los limos, y descargar mediante pequeñas surgencias. La ripabilidad de los niveles cementados es marginal o incluso puede ser necesario el uso de explosivos para su excavación, aunque en los taludes actuales no se han observado "cañas" de voladuras que confirmen dicha argumentación.

En los taludes naturales se producen desprendimientos de bloques desgajados en los bordes de las "mesas", al quedar descalzados por erosión diferencial. Los taludes artificiales admiten pendientes muy pronunciadas, aunque se producen pequeñas caídas de bloques y cuñas, que quedan colgadas al erosionarse diferencialmente los niveles de limos. En estos materiales puede ser conveniente dejar cunetas amplias en los márgenes de la calzada.

ARENAS, LIMOS, GRAVAS Y CONGLOMERADOS, (311a)

- Litología

Conjunto formado por arenas arcillosas y limos de tonos claros y rojizos, con niveles y lentejones de gravas cuarcíticas y matriz areno-arcillosa. En la base del conjunto se localiza un nivel de conglomerados silíceos, unidos por un cemento ferruginoso de color rojo oscuro característico; este conglomerado forma parte de una costra ferrálica que fosiliza un relieve paleozoico.

- Estructura

Estos materiales constituyen la base del Terciario en el Tramo de Estudio. Presentan una estructura horizontal y se apoyan discordantes sobre el sustrato paleozoico.

- Geotecnia

Son materiales con una permeabilidad media y un drenaje superficial aceptable por percolación. La capacidad portante se considera baja-media y los asientos previsibles medios y altos. Se excavan por medios mecánicos normales y son muy erosionables (Figura 3.40). Los taludes observados son de alturas bajas, estables, aunque muy erosionables, y con inclinaciones de 45° . Para evitar reducir la erosión de los taludes puede ser recomendable excavarlos con pendientes más fuertes, aunque cabe el riesgo de que se produzcan deslizamientos.



Figura 3.40. Detalle de la erosión en un talud excavado en los materiales del grupo (311a), situado en el P.K.466+500 de la CN-122.

CUARCITAS MICÁCEAS, (122b)

- Litología

Grupo litológico constituido por cuarcitas micáceas de grano fino, tonos grisáceos y microlaminación paralela. Aparecen intercaladas dentro de las pizarras del grupo (122a). Se disponen en estratos de 0.2 a 0.5 m de espesor, y se hallan en bancos aislados o bien se concentran en tramos de potencia variable.

- Estructura

El conjunto presenta acuñamientos laterales y aparece plegado por la orogénica Hercínica, según una orientación WNW-ESE. La potencia estimada es del orden de 30 m.

- Geotecnia

Esta formación se caracteriza por no ser ripable, a excepción de los niveles aislados y tableados. La escorrentía superficial es de tipo medio y la permeabilidad baja, debida únicamente a las discontinuidades de la roca. La capacidad de carga es elevada y los asentamientos nulos. Grupo válido para utilizarlo como materiales de préstamo. El diseño de los taludes artificiales tendrá que realizarse en función de las orientaciones y características de las discontinuidades de la roca.

PIZARRAS Y FILITAS, (122a)

CUARCITAS CON INTERCALACIONES DE FILITAS, (121a)

CUARCITAS Y FILITAS, (121b)

CUARCITAS CON INTERCALACIONES DE PIZARRAS Y ESQUISTOS SILÍCEOS, (121c)

PIZARRAS Y ESQUISTOS CON INTERCALACIONES DE CUARCITAS, (121a)

Estos grupos están descritos en la Zona 1.

GNEIS, (010a)

- Litología

Gneis de grano grueso, de tonos marrones-grisáceos y con grandes fenocristales de plagioclasa, que llegan a alcanzar hasta 10 cm. Este grupo pertenece a las facies de megacristales de "Olló de Sapo" (Figura 3.41).

- Estructura

Este grupo ha sufrido un intenso metamorfismo que ha generado una fuerte esquistosidad de dirección N 90° E y 55° al Sur de buzamiento, a la vez que ha orientado los fenocristales de plagioclasa con su eje mayor paralelo a dicha esquistosidad.

- Geotecnia

La característica principal de estos materiales es la intensa meteorización que presentan sus afloramientos, hasta tal punto que son rocas excavables por medios mecánicos convencionales. La capacidad de carga es media y los asentamientos estimados de bajos a medios. Su permeabilidad es baja y se han observado surgencias en el contacto entre estos materiales y las terrazas fluviales suprayacentes. Su utilidad como materiales de préstamo depende de su grado de evolución, ya que si están muy evolucionados la proporción de arcillas puede ser alta por alteración de los feldespatos y de las micas. Se supone que pueden ser suelos tolerables y adecuados, y podrán utilizarse para la fabricación de suelo-cemento. Los taludes artificiales podrán excavarse con pendientes de hasta 45°.



Figura 3.41. Detalle de los gneises en una pequeña excavación en Olmillos de Valverde (H:308/3).

3.4.5. Grupos geotécnicos

Teniendo en cuenta los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona 3, así como sus respectivas características geotécnicas, se han definido los siguientes "grupos geotécnicos".

- GT2. Arenas, arcillas y gravas

Conjunto poco permeable y con un drenaje superficial deficiente. Son inundables en épocas de crecida y tienen niveles freáticos a escasa profundidad. La capacidad de carga es baja y los asentos altos. Excavabilidad fácil. Los materiales de este grupo se clasifican como suelos tolerables, adecuados y seleccionados. Constituye este grupo geotécnico el grupo litológico (A2).

- GT3. Bloques y cantos metamórficos con matriz arenosa o arcillosa

Materiales con una escorrentía superficial elevada y una permeabilidad que varía de baja a alta. Suelos poco compactos, erosionables y ripables. La capacidad de carga es baja y los asentos elevados. Cuando la matriz es de composición arenosa son suelos tolerables o adecuados. Para alturas bajas los taludes son estables con pendientes de 45°. Constituye este grupo geotécnico el grupo litológico (c).

- GT4. Arcillas limosas, arcillas, limos arcillosos, arenas, cantos y gravas

Grupo ripable, poco permeable y con un drenaje superficial deficiente. La capacidad de carga es baja y los asentos previsibles altos. Se estima que pueden ser suelos desde tolerables hasta seleccionados. Este grupo está constituido por los grupos litológicos (ac) y (aa).

- GT5. Arenas de grano fino

Materiales granulares altamente permeables y difíciles de compactar. Excavabilidad fácil. Capacidad portante baja y asentos diferenciales altos a corto plazo. Estos materiales por granulometría son suelos seleccionados, pero por densidad pueden ser hasta inadecuados. Se recomienda ángulos no superiores a los 35° para sus taludes de excavación. Este grupo geotécnico lo constituye el grupo litológico (e).

- GT6. Gravas, bolos, arenas y arenas gruesas arcillosas

Grupo con posibles niveles freáticos a escasa profundidad. Permeabilidad media-alta y drenaje superficial por infiltración. Problemas locales de encharcamientos. Capacidad portante y asentos de tipo medio. Grupo excelente para materiales de préstamo. Este grupo geotécnico está integrado solamente por el grupo litológico (t1).

- GT7. Calizas arenosas y calizas micríticas

Materiales permeables por percolación y problemas locales de escorrentía superficial. Riesgos puntuales de hundimientos o colapsos por la presencia de oquedades debidas a procesos de karstificación. Existencia probable de acuíferos colgados en su base, que den lugar a la aparición de fuentes o manantiales que afecten a la estabilidad de los desmontes. La capacidad de carga varía de media a alta, excepto en los niveles superficiales alterados a arcilla de decalcificación, que es baja y pueden aparecer asentos a considerar. Los taludes de excavación podrán tener normalmente pendientes fuertes.

Este grupo está formado por el grupo litológico (312c).

- GT8. Arcillas arenosas y limos arenosos, con intercalaciones de areniscas y margas

Grupo poco permeable y con problemas locales de endorreísmo. Son materiales ripables, alterables y erosionables. Capacidad portante baja-media y asientos medios-altos, éstos últimos fundamentalmente en los niveles superficiales alterados. Son suelos inadecuados, tolerables y adecuados. Los taludes observados son bajos, estables y con pendientes comprendidas entre 35° y 40°. Este grupo geotécnico está formado por las formaciones (321c) y (312a).

- GT9. Gravas, bolos, arcillas arenosas, arcillas, limolitas y niveles carbonatados

Son materiales que presentan una permeabilidad baja y un drenaje superficial deficiente, con riesgo de encharcamientos en zonas endorreicas. Posibilidad de que existan acuíferos a escasa profundidad en el caso del grupo (g). Erosionables en áreas de vertientes pronunciadas. Capacidad portante baja y asientos altos. Taludes de excavación inestables para pendientes superiores a los 35°-40°. Generalmente son suelos inadecuados. Constituyen este grupo geotécnico los grupos litológicos (g) y (321a).

- GT10. Limolitas, areniscas y conglomerados

Grupo que constituye un acuífero multicapa, debido a la disposición alternante de capas permeables e impermeables. Escorrentía superficial muy activa a favor de pendientes topográficas fuertes. Ripabilidad muy variable, desde fácilmente hasta tener que utilizar posiblemente explosivos. Capacidad de carga baja-media y asientos medios en las limolitas, y capacidad portante muy alta en los conglomerados. En los taludes existe el riesgo de caída de bloques, al quedar descalzados niveles competentes por erosión diferencial. Este grupo geotécnico está compuesto únicamente por la formación (312f).

- GT11. Arenas, gravas, limos arenosos, limolitas, areniscas y margas

Materiales con una capacidad portante y unos asientos de tipo medio, excepto en los niveles superficiales alterados, donde la capacidad de carga es baja y los asientos altos. Ripables y erosionables en zonas de pendientes pronunciadas. Debido a su heterogeneidad litológica presentan una permeabilidad y un drenaje superficial muy variable. Son suelos clasificados desde inadecuados hasta seleccionados. Se recomienda que los taludes artificiales no sobrepasen los 35° de pendiente. Constituyen este grupo litológicos las formaciones (312d) y (312e).

- GT12. Margas con delgadas intercalaciones de caliza

Materiales poco permeables pero con buena escorrentía superficial. Ripables y alterables en contacto con el agua. La capacidad portante es moderada, excepto en los niveles superficiales meteorizados, donde la capacidad es baja y los asentos diferenciales importantes. Se recomienda como máximo pendientes de hasta 45° para los taludes de excavación. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico (312b).

- GT13. Conglomerados, areniscas y limos

La capacidad portante varía de baja en los niveles limosos hasta alta en los niveles de arenisca y conglomerados. El conjunto es poco permeable y pueden acumularse niveles freáticos en el contacto con los horizontes limosos. Los niveles cementados pueden puntualmente necesitar de explosivos para su excavación. En los bordes escarpados de las "mesas" que constituyen estos materiales se producen desprendimientos de bloques, al quedar descalzados por erosión diferencial. Los taludes artificiales admiten pendientes pronunciadas, aunque se originan pequeños deslizamientos de bloques y cuñas, que quedan descalzadas por el mismo proceso que ocurre en los taludes naturales. Este grupo geotécnico está formado únicamente por el grupo litológico (311b).

- GT14. Arenas, limos gravas y conglomerados

Conjunto muy erosionable y ripable por medios mecánicos convencionales. Medianamente permeables y con un drenaje superficial aceptable por percolación. Capacidad portante baja-media y asentos previsibles medios-altos. Se estima que como materiales de préstamos son suelos tolerables o adecuados. Los taludes observados son de alturas bajas, estables y con inclinaciones de 45°. Este grupo geotécnico está constituido por la formación (311a).

- GT15. Cuarcitas con intercalaciones de filitas, pizarras y esquistos silíceos

°Este grupo plantea serios problemas de ripabilidad, siendo en muchos casos necesario el uso de explosivos para excavación. La permeabilidad suele ser baja y se debe exclusivamente a los planos de discontinuidad. En general la escorrentía superficial es activa, favorecida por la topografía de los afloramientos. Capacidad portante alta. La estabilidad de los taludes dependerá de la orientación de éstos con respecto a la de las discontinuidades de macizo rocoso. Constituyen este grupo geotécnico los grupos litológicos (122b), (121e), (121d) y (121c).

- GT16. Pizarras, filitas y esquistos, con intercalaciones de cuarcita y diques de cuarzo

Conjunto de materiales con una permeabilidad secundaria baja, controlada exclusivamente por las discontinuidades. Son ripables por medios mecánicos y presentan una capacidad portante alta, excepto cuando exista una montera de alteración, en cuyo caso la capacidad disminuye y pueden aparecer asientos diferenciales significativos. La estabilidad de los taludes puede ser problemática en aquellas condiciones desfavorables de estructura y diaclasado. Se recomienda un estudio estadístico de discontinuidades para caracterizar a los macizos rocosos. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (122a) y (121a).

- GT17. Gneis en facies "Olló de Sapo"

Materiales rocosos excavables por medios mecánicos normales, debido a la alteración tan intensa que presentan. Permeabilidad baja y surgencia de manantiales en el contacto de este grupo con los materiales suprayacentes. Capacidad portante media y asientos de bajos a moderados. Se estima que pueden ser adecuados para su utilización como materiales de préstamo. Se recomienda taludes de excavación con pendientes en torno a los 45°. Este grupo geotécnico está formado exclusivamente por el grupo (010a).

3.4.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Los aspectos más significativos que presenta la Zona 3 son de tipo hidrogeológico, geotécnico y litológico, ya que los problemas de índole topográficos que pueden aparecer son muy locales y específicos.

Existen numerosas áreas que presentan una permeabilidad muy baja y que además tienen una morfología llana o ligeramente endorreica, originándose de este modo zonas de muy deficiente drenaje y propensas a encharcarse en épocas de lluvia. Estas áreas corresponden a las de composición arcillosa y también a las terrazas del grupo (t2), cuando tienen un espesor reducido y el sustrato es impermeable.

Dentro de los problemas geotécnicos, cabe destacar como más significativos los derivados de una capacidad portante baja y asientos altos, que se plantean en las formaciones cuaternarias y en las terciarias de composición limosa, en este último caso agravada por la posible presencia de agua, debida a los mecanismos anteriormente expuestos.

Los taludes presentan problemas de erosionabilidad, siendo importantes los excavados en el grupo (311a), y pueden plantear problemas de estabilidad, a partir de alturas medias, los correspondientes a los grupos (321c) y (312a). Localmente pueden desprenderse bloques que culminan plataformas cementadas, por erosión diferencial de los niveles subyacentes.

Desde el punto de vista litológico, la formación más problemática corresponde a la del grupo (321a), debido a la plasticidad tan alta que presenta su matriz arcillosa.

Los problemas topográficos que surgen son de carácter muy local, como pueden ser valles de arroyos o la presencia de cerros testigo; en éste último caso fácilmente salvables, dada su escasa continuidad. Especial mención merece el valle del río Esla cuando atraviesa esta Zona, debido a dos características peculiares. La primera de ellas es el encajamiento acusado en los materiales paleozoicos, y la segunda la anchura de cauce tan grande que presenta, o puede presentar, a causa de la regulación del embalse de Ricobayo, dado que este tramo del río es la cola de dicho embalse.

3.5. ZONA 4. ZONA DE MORFOLOGÍA LLANA ASOCIADA A LA RED FLUVIAL PRINCIPAL

3.5.1. Geomorfología

La Zona 4 se extiende por las siguientes Hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000:

Nº	Hoja	Cuadrantes
308	Villafáfila	3 (p)
369	Corese	2 (p) y 3 (p)
370	Toro	3 (p)
397	Zamora	1 (p)
398	Castroño	4 (p)

En la Figura 3.42 se muestra la ubicación de la Zona 4, así como la situación de dos cortes geológicos esquemáticos realizados en la misma.

La Zona 4 presenta una morfología llana típica de los sedimentos fluviales, formada a través de diversos ciclos de erosión-sedimentación. Se distinguen dos sistemas geomorfológicos: uno el relativo a la terraza baja o llanura de inundación, y otro el correspondiente a las terrazas altas.

La terraza baja o llanura de inundación se dispone a modo de pasillo o corredor paralelo al río, flanqueando el cauce actual. Su morfología, como ya se ha dicho, es llana, y los únicos pequeños resaltes que se observan corresponden a las huellas dejadas por antiguos canales de divagación y meandros abandonados.

Las terrazas altas se sitúan por encima de la terraza baja, y son plataformas horizontales, que se disponen de manera escalonada, en sentido transversal al río. La articulación entre ellas se realiza mediante escarpes, que originalmente son nítidos y escarpados, aunque en la actualidad muchos de ellos se hallan degradados. Entre los escarpes aflora, en algunos casos, el sustrato terciario.

El río principal del Tramo es el río Duero, al que le siguen el Esla, Tera, Valderaduey y Guareña.

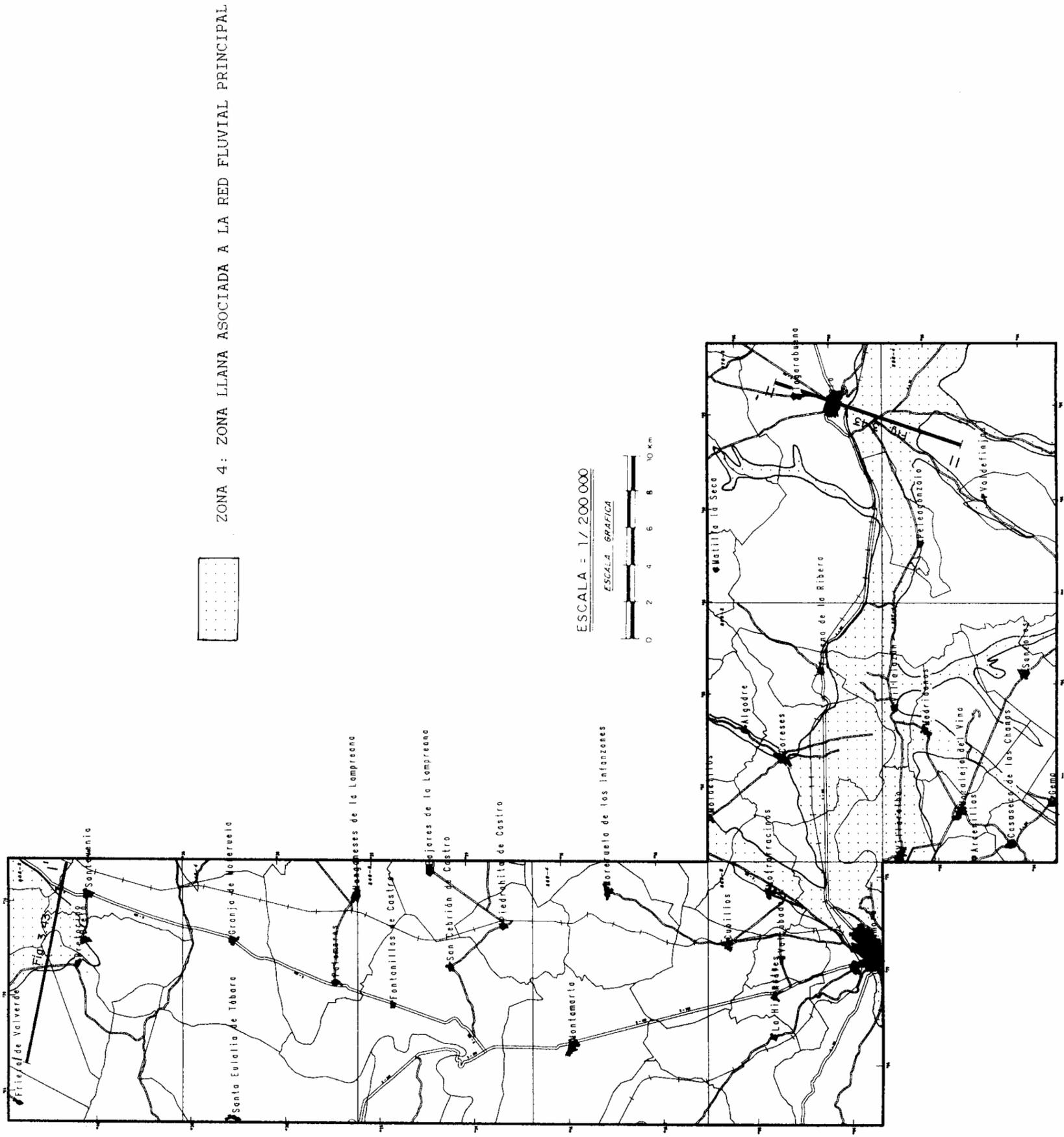


FIGURA 3.42. ESQUEMA DE SITUACIÓN DE LA ZONA 4 Y DE DOS CORTES GEOLÓGICOS ESQUEMÁTICOS REALIZADOS EN LA MISMA.

3.5.2. Tectónica

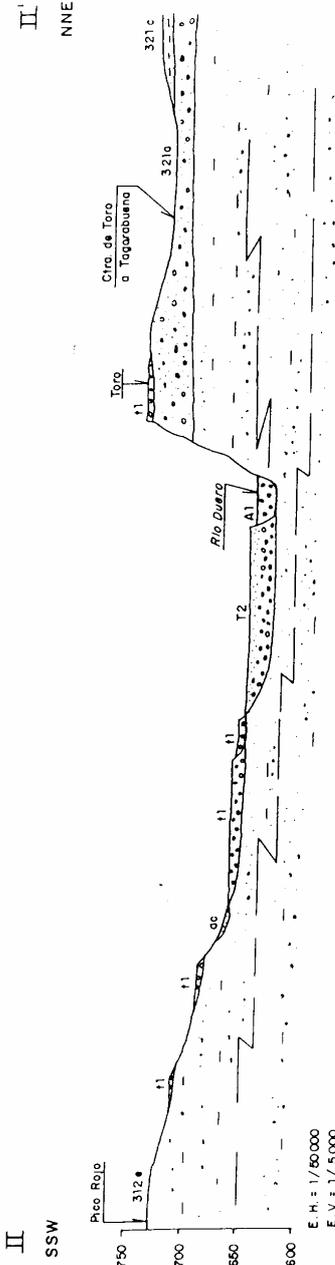
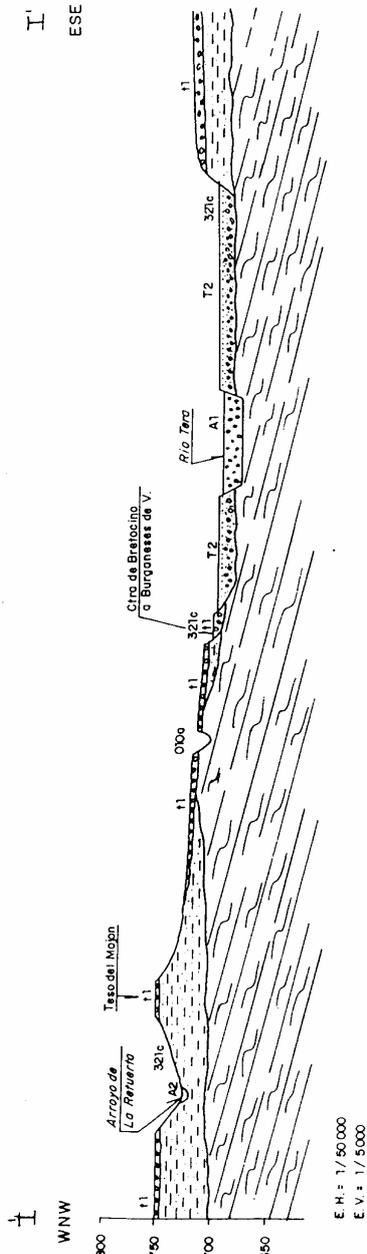
La Zona 4 está constituida por sedimentos cuaternarios sin actividad tectónica alguna.

Sin embargo, las orientaciones y paralelismo de algunos ríos pueden deberse a antiguas fracturas del zócalo, reactivadas por la orogenia Alpina. Esta hipótesis puede tener su ratificación en la asimetría de la práctica totalidad de los sistemas fluviales de terrazas.

En la Figura 3.43 se hallan representados dos cortes geológicos esquemáticos característicos de esta Zona.

3.5.3. Columna estratigráfica

Los grupos señalados con el asterisco (*) en la Figura 3.44 son los existentes en la Zona 4.



LEYENDA

- A1 ALUVIAL GRUESO. Gravas, bolos y arenas
- A2 ALUVIAL FINO. Arenas y arcillas con lenticiones de gravas
- ac ALUVIO-COLUVIAL. Arcillas limosas y arenas, con gravas y cantos dispersos
- T2 TERRAZA BAJA. Gravas y bolos silíceos con matriz arenosa, recubiertos por limos arenosos
- t1 TERRAZA ALTA. Gravas y bolos silíceos con matriz arenosa
- 321c Arcillas arenosas con intercalaciones de areniscas
- 321a Gravas y bolos con matriz arcillosa, limolitas y costras cal
- 312e Arenas, gravas, limos arenosos, limolitas y margas
- 010a Gneis en facies "Ojlo de sapo"

FIGURA 3.43. CORTES GEOLÓGICOS ESQUEMÁTICOS DE LA ZONA 4.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA	LITOLOGIA	EDAD	GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO
	* ALUVIAL GRUESO: GRAVAS, BOLOS Y ARENAS.	CUATERNARIO	A1	GT1
	* ALUVIAL FINO: ARENAS Y ARCILLAS CON LENTEJONES DE GRAVAS.	CUATERNARIO	A2	GT2
	COLUVION: CANTOS Y BLOQUES METAMORFICOS CON MATRIZ ARENOSA O ARCILLOSA.	CUATERNARIO	c	GT3-
	* ALUVIO-COLUVIAL: ARCILLAS LIMOSAS Y ARENAS CON GRAVAS Y CANTOS DISP.	CUATERNARIO	ac	GT4
	* ABANICO - ALUVIAL: ARENAS Y ARCILLAS CON GRAVILLAS DISPERSAS.	CUATERNARIO	aa	GT4
	GLACIS: ARCILLAS ARENOSAS CON GRAVAS Y BOLOS DISPERSOS.	CUATERNARIO	g	GT9
	* MANTO EOLICO: ARENAS FINAS LIMPIAS Y MAL CALIBRADAS.	CUATERNARIO	e	GT5
	* TERRAZA BAJA: GRAVAS Y BOLOS SILICEOS CON MATRIZ ARENOSA RECUBIERTOS POR LIMOS ARENOSOS.	CUATERNARIO	T2	GT1
	* TERRAZA ALTA: GRAVAS Y BOLOS SILICEOS CON MATRIZ ARENOSA.	CUATERNARIO	t1	GT6
	* CONO DE DEYECCION: LIMOS ARCILLOSOS Y ARENAS CON GRAVAS Y CANTOS DISPERSOS.	CUATERNARIO	d	GT4

FIGURA 3.44. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA ZONA 4.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA	LITOLOGIA	EDAD	GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO
	ARCILLAS ARENOSAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS.	MIOCENO	321 c	GT 8
	CALIZAS BLANQUECINAS.	MIOCENO	321 b	GT 7
	GRAVAS Y BOLOS CON MATRIZ ARCILLOSA, LIMOLITAS Y COSTRAS CALCAREAS.	MIOCENO	321 a	GT 9
	LIMOLITAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS.	EOCENO	312 f	GT 10
	ARENAS, GRAVAS, LIMOS ARENOSOS, LIMOLITAS Y MARGAS.	EOCENO	312 e	GT 11
	LIMOLITAS, ARCILLITAS Y MARGAS.	EOCENO	312 d	GT 11
	CALIZAS BLANQUECINAS.	EOCENO	312 c	GT 7
	MARGAS CON INTERCALACIONES DE CALIZAS.	EOCENO	312 b	GT 12
	LIMOS ARENOSOS CON PASADAS MARGOSAS.	EOCENO	312 a	GT 8
	ALTERNANCIA DE CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y LIMOS.	PALEOCENO	311 b	GT 13
	ARENAS Y LIMOS CON GRAVAS DISPERSAS; CONGLOMERADOS EN LA BASE.	PALEOCENO	311 a	GT 14
	CUARCITAS MICACEAS.	ORDOVICICO MEDIO	122 b	GT 15
	PIZARRAS Y FILITAS.	ORDOVICICO MEDIO	122 a	GT 16
	CUARCITAS CON DELGADAS CAPAS DE FILITAS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 e	GT 15
	ALTERNANCIA DE CUARCITAS Y FILITAS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 d	GT 15
	CUARCITAS CON INTERCALACIONES DE PIZARRAS Y ESQUISTOS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 c	GT 15
	CUARCITAS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 b	GT 15
PIZARRAS Y ESQUISTOS CON INTERCALACIONES DE CUARCITAS.	ORDOVICICO INFERIOR	121 a	GT 16	
ESQUISTOS CON DIQUES DE CUARZO.	PRECAMBRICO	010 b	GT 16	
GNEIS EN FACIES "OLLO DE SAPO"	PRECAMBRICO	010 a	GT 17	

FIGURA 3.44. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA ZONA 4 (CONT.).

3.5.4. Grupos litológicos

Los grupos litológicos distinguidos en la Zona 4 son los siguientes:

ALUVIAL GRUESO, (A1)

- Litología

Pertenecen a este grupo los aluviales de los principales ríos del Tramo, y están constituidos por gravas y bolos de naturaleza silíceo, trabados por una matriz arenosa.

- Estructura

Son depósitos horizontales y con una estructura interna lenticular, debido a una sedimentación en barras. La potencia de este grupo es superior a los 4 m.

- Geotecnia

Las zonas donde se emplaza este grupo están sujetas a la dinámica fluvial, es decir, que pueden ser inundadas en épocas de avenidas (Figura 3.45).



Figura 3.45. Aluvial del río Tera, en Olmillos de Valverde. En primer término, dique para evitar inundaciones en épocas de crecida.

Son materiales muy permeables, fácilmente excavables y con niveles freáticos a escasa profundidad. La capacidad portante es baja y los asentos previsibles altos. Constituyen yacimientos granulares excelentes para materiales de préstamo.

ALUVIALES FINOS, (A2)

- Litología

Los aluviales de los arroyos que constituyen la red de drenaje de menor orden están compuestos por arenas y arcillas, con lentejones intercalados de gravas poligénicas (Figura 3.46).



Figura 3.46. En primer término, aluvial del arroyo Adalía.

- Estructura

Son suelos en disposición horizontal y con diversas estructuras sedimentarias internas, tales como lechos lenticulares, cicatrices de erosión, laminación cruzada, etc.

Se estima que la potencia de estos depósitos puede oscilar entre 1 y 5 m.

- Geotecnia

Son materiales inundables en épocas de avenidas y con niveles freáticos a escasa profundidad. Su permeabilidad es escasa y presentan una escorrentía superficial muy deficiente. La capacidad de carga es baja y los asentos previsible elevados. Debido a la heterogeneidad litológica que presentan, son materiales que se clasifican desde tolerables hasta seleccionados.

ALUVIO-COLUVIAL, (ac)

Este grupo está descrito en la Zona 2.

ABANICO ALUVIAL, (aa)

- Litología

Grupo compuesto por arenas y arcillas de tonos marrones, con escasas gravillas dispersas de composición silícea principalmente.

- Estructura

Depósitos de topografía muy llana y aspecto interno masivo, sin estructuras sedimentarias observables. La potencia máxima de este grupo se estima que es de 3.0 m.

- Geotecnia

Son materiales erosionables y excavables por medios mecánicos convencionales. La capacidad de carga es baja y los asentos esperados altos. Tanto su permeabilidad como su drenaje superficial son deficientes, de modo que son áreas propensas a encharcarse. De acuerdo con los ensayos realizados en este grupo e incluidos en el capítulo 5, estos materiales dan suelos tolerables, adecuados y seleccionados.

Para los taludes de excavación se recomienda pendientes entre 30° y 35°.

MANTO EÓLICO, (e)

Este grupo está descrito en la Zona 2.

TERRAZA BAJA, (T2)

- Litología

Están constituidas por gravas y bolos de naturaleza silíceo principalmente, empastadas por una matriz arenosa de tonos marrones. Este grupo aparece recubierto por una capa limo-arenosa, depositada en sucesivas épocas de crecida (Figura 3.47).



Figura 3.47. Vista panorámica de la terraza baja del río Duero, vista desde Toro.

- Estructura

Son depósitos horizontales dispuestos en plataformas paralelas al cauce de los ríos. Internamente presentan una estructura lenticular, con numerosas cicatrices de erosión. La potencia de grupo es superior a los 5.0 m.

- Geotecnia

Son materiales que pueden inundarse parcialmente en épocas de grandes avenidas, permeables y con una capacidad de carga y asentamientos de tipo medio. Sin embargo, la capa superficial limosa puede originar encharcamientos a causa de su baja permeabilidad y mal drenaje superficial, a la vez que disminuye el valor de la capacidad portante y aumenta los asentamientos. Constituyen importantes yacimientos granulares y son excelentes materiales de préstamo.

TERRAZA ALTA, (t1)

- Litología

Más arriba de la terraza baja se han identificado numerosos niveles de terrazas pertenecientes a los ríos Duero, Tera, Esla y Valderaduey, pero dada su similitud litológica se han reunido en un mismo grupo.

Litológicamente están compuestas por gravas y bolos de naturaleza poligénica, aunque predominan las de cuarcita, trabadas por una matriz arenosa, con lentejones intercalados de arenas gruesas arcillosas de tonos rojizos (Figura 3.48).

- Estructura

Son materiales que ocupan zonas llanas, dispuestas escalonadamente en sentido transversal al cauce. Las estructuras internas más características corresponden a la disposición lentejonar de los niveles y a las cicatrices de erosión. Aunque en casos excepcionales la potencia del grupo puede alcanzar los 10 m, normalmente se mantiene entre 1 y 3 m.



Figura 3.48. Detalle de la estructura lentejonar del grupo (t2), en el paraje de Cuestamala, al NW del Tramo (H:308/3).

- Geotecnia

Es un grupo que tiene una permeabilidad de medio a alta, sin embargo se han observado fenómenos de encharcamientos en épocas de fuertes lluvias (Figura 49); esto puede ser debido a un enriquecimiento de la matriz en arcilla, o bien a un adelgazamiento excesivo de estos materiales en zonas de sustrato muy poco permeable, como por ejemplo las "Facies Tierra de Campos" (Figura 3.50). En este último caso, es decir, cuando el sustrato es impermeable o poco permeables, es frecuente que tengan un nivel freático en su base, hecho a tener en cuenta si la terraza queda colgada en un desmonte, ya que debe drenarse para evitar deterioros y deslizamientos en el talud.

La capacidad de carga y los asentos son de tipo medio. Ahora bien, puede ocurrir que en zonas donde el espesor de este grupo sea pequeño, el bulbo de presiones afecte al sustrato, en cuyo caso, y si éste es impermeable, puede existir un horizonte freático en el contacto, que influya negativamente en los valores de asentos y de capacidad portante. Son depósitos que se explotan abundantemente, debido a que constituyen excelentes yacimientos granulares como materiales de préstamo.



Figura 3.49. Encharcamiento en el grupo (t2), junto a la CN-630, en las proximidades de Fontanillas de Castro. El sustrato corresponde a las "Facies Tierra de Campos".



Figura 3.50. Balsa de agua en una gravera abandonada del grupo (t2). En este caso, el sustrato corresponde a un nivel de margas del grupo (312e). Cerro El Bejuca, al NW de Coreses.

CONO DE DEYECCIÓN, (d)

- Litología

Limos arcillosos y arenas, con gravas y cantos subredondeados dispersos, de naturaleza poligénica.

- Estructura

Se localizan a la salida de pequeños arroyos y tienen una morfología triangular en planta, y ligeramente convexa en corte (Figura 3.51). Presentan un aspecto masivo o bien una estratificación grosera. La potencia se estima inferior a los 3 m.

- Geotecnia

Son materiales medianamente cohesivos y con una permeabilidad de baja a moderada. Se caracterizan por su alta erosionabilidad, fácil ripabilidad y baja capacidad portante, con asientos de tipo alto. Los taludes de excavación no deben superar pendientes mayores de 30°-40°.



Figura 3.51. Aspecto general de un pequeño cono de deyección, en el arroyo Adalia.

3.5.5. Grupos geotécnicos

Teniendo en cuenta los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona 1, así como sus respectivas características geotécnicas, se han definido los siguientes "grupos geotécnicos".

- Grupo geotécnico GT1

Gravas, bolos y arenas. Son materiales inundables en épocas de avenidas y con niveles freáticos a escasa profundidad. Permeabilidad variable y excavabilidad mecánica. La capacidad de carga es baja-media y los asentamientos previsibles medios y altos. Constituyen yacimientos granulares excelentes para materiales de préstamo. Forman este grupo geotécnico los grupos litológicos (A1) y (T2).

- Grupo geotécnico GT2

Arenas, arcillas y gravas. Conjunto poco permeable y con un drenaje superficial deficiente. Son inundables en épocas de crecida y tienen niveles freáticos a escasa profundidad. La capacidad de carga es baja y los asentamientos altos. Excavabilidad fácil. Los materiales de este grupo se clasifican como suelos tolerables, adecuados y seleccionados. Constituye este grupo geotécnico el grupo litológico (A2).

- Grupo geotécnico GT4

Arcillas limosas, arcillas, limos arcillosos, arenas, cantos y gravas. Grupo ripable, poco permeable y con un drenaje superficial deficiente. La capacidad de carga es baja y los asientos previsible altos. Se estima que pueden ser suelos desde tolerables hasta seleccionados. (ac), (aa) y (d).

- Grupo geotécnico GT5

Arenas de grano fino. Materiales granulares altamente permeables y difíciles de compactar. Excavabilidad fácil. Capacidad portante baja y asientos diferenciales altos a corto plazo. Estos materiales por granulometría son suelos seleccionados, pero por densidad pueden ser hasta inadecuados. Se recomienda ángulos no superiores a los 35° para sus taludes de excavación. Este grupo geotécnico lo constituye el grupo litológico (e).

- Grupo geotécnico GT6

Gravas, bolos, arenas y arenas gruesas arcillosas. Grupo con posibles niveles freáticos a escasa profundidad. Permeabilidad media-alta y drenaje superficial por infiltración. Problemas locales de encharcamientos. Capacidad portante y asientos de tipo medio. Grupo excelente para materiales de préstamos. Este grupo geotécnico está integrado solamente por el grupo litológico (t1).

3.5.6. Resumen de problemas geotécnicos

En función de las áreas que ocupa esta Zona y de los materiales que la componen, podemos decir que los problemas planteados son de dos tipos: de carácter geotécnico y los derivados de la dinámica fluvial.

Al ser materiales cuaternarios los que configuran esta Zona, los principales problemas se derivan de la baja capacidad portante y de los altos asientos diferenciales que muestran estos sedimentos. Por otro lado, los de granulometría fina, y por tanto poco permeables, presentan problemas de escorrentía superficial, dada la escasa o nula pendiente de estos terrenos.

Los problemas derivados de la dinámica fluvial son los relativos a la presencia de niveles freáticos a escasa profundidad y los que potencialmente pueden aparecer en caso de grandes avenidas (socavación, arrastres, aterramientos, etc).

4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRÁFICOS

Desde el punto de vista topográfico, el Tramo de Estudio presenta algunas dificultades de carácter moderado, localizadas principalmente en las Zonas 1 y 2, de la cuatro en que se ha dividido el Estudio.

Las sierras de litología metamórfica, situadas en la parte occidental del Tramo y que forman la Zona 1, constituyen barreras naturales para los corredores que se desplazan en sentido N-S. Los problemas que plantean se ven paliados, en cierta medida, por la reducida extensión que esta área ocupa en el Estudio y por las formas de afloramientos que presenta, ya que en muchos casos son sierras aisladas y de escasa continuidad longitudinal, que pueden ser vadeables.

En la Zona 2 los problemas son más generalizados, ya que en cualquier sentido que se proyecte un corredor, éste tiene que salvar los desniveles existentes entre las altiplanicies y los valles encajados. Este problema puede en parte subsanarse si para el ascenso y descenso de las plataformas se aprovechan los valles excavados por los arroyos tributarios de la red principal.

4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLÓGICOS

Los problemas geomorfológicos ligados a la topografía y a la geodinámica externa que se observan en el Tramo son los siguientes:

En la Zona 1, los problemas más significativos derivados de las fuertes pendientes se producen en las áreas ocupadas por coluviones. Estos materiales son sedimentos que suelen estar en condiciones de equilibrio límite, siendo muy peligroso tanto descalzarlos para excavar desmontes, como cargarlos con terraplenes a media ladera, por el riesgo que tienen a deslizarse en cualquier momento. Lógicamente, el grado de inestabilidad crece cuanto más inclinada sea la pendiente natural.

En la Zona 2, los principales problemas surgen en la cabecera de las vertientes, donde las aguas de arroyada actúan enérgicamente y originan una erosión remontante muy intensa.

Asimismo, en las zonas de "cuesta" donde predominan hacia techo los niveles cementados, existe el riesgo, localmente, de desprendimientos de bloques competentes, al quedar descalzados por erosión diferencial de los niveles menos competentes.

En la Zona 3, los problemas geomorfológicos aparecen en las zonas llanas o endorreicas, por deficiencias en la escorrentía superficial que originan encharcamientos. Este problema no es solo geomorfológico, sino que también es litológico, porque esto sucede cuando la zona está ocupada por materiales de baja permeabilidad.

Como en el caso de la Zona 2, también existe el riesgo de caída de bloque en los bordes de las "mesas", por erosión diferencial de los materiales subyacentes.

En la Zona 4, los problemas más importantes son los potencialmente derivados de la dinámica fluvial (crecidas del río, divagación del curso, apertura de nuevos cauces, etc).

En cuanto a la red de drenaje principal, diremos que los dos grandes ríos que aparecen en el Tramo actúan de barreras en el trazado de corredores. En la primera mitad del Tramo, el río Duero se interpone a los trazados en sentido N-S; y a partir de Montamarta, hasta el final del Tramo por el Norte, el río Esla intercepta a los corredores que se desplazan en sentido E-W.

4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS

Los materiales que aparecen en el Tramo plantean los siguientes problemas geotécnicos:

DESLIZAMIENTOS

En el Tramo no se han observado grandes deslizamientos, en parte debido a que los taludes actuales no tienen mucha entidad. Sin embargo, en los taludes artificiales pueden darse los siguientes tipos de inestabilidad, en función de la naturaleza de los materiales.

En los materiales terciarios de composición limosa, como son los grupos 321c y 312a, para taludes a partir de alturas medias es recomendable no excavarlos con más de 35°, ya que pueden surgir deslizamientos de tipo rotacional.

Los materiales con litologías alternantes de niveles competentes e incompetentes, grupos (312f) y (311b), admiten taludes pronunciados, aunque se ha observado la caída de bloques, que quedan descalzados por erosión diferencial.

Se recomienda especial atención a los taludes que en coronación queden colgados materiales cuaternarios pertenecientes a terrazas altas y coluviones. En estos casos, es conveniente que el talud tenga doble pendiente, más tenuidad en coronación que en el resto del mismo. También hay que tener en cuenta la posibilidad de que existan niveles freáticos colgados que aporten agua al talud.

Los taludes excavados en materiales metamórficos pueden ser muy problemáticos en condiciones desfavorables de estructura y diaclasado. En zonas de pizarra con esquistosidad subvertical pueden darse casos de "toppling" en la coronación de los desmontes. Se recomienda en cada caso un estudio estadístico de discontinuidades, antes de diseñar los taludes de excavación.

CAPACIDAD PORTANTE Y ASIENTOS

Los problemas de capacidad portante y asientos surgen en los siguientes materiales:

- Los sedimentos cuaternarios, en general, presentan una capacidad baja y unos asientos previsibles altos, a causa de su baja compacidad.
- En los materiales terciarios no cementados se estima que pueden producirse asientos entre magnitudes moderadas y altas. Estos problemas se deben a diversa causas y circunstancias, como pueden ser composición litológica, baja compacidad, alteración superficial, presencia de agua, etc.
- En los gneises de la formación "Olló de Sapo", debido a la alteración superficial tan intensa que presentan.

EROSIÓN

Pueden aparecer problemas de erosionabilidad en los taludes excavados en los materiales cuaternarios y en la mayoría de los terciarios, dada su composición litológica y escasa cementación de los mismos. Dentro de los terciarios, se recomienda especial atención a los materiales de los grupos (311a), (312a) y (321c).

RIPABILIDAD

Se plantean problemas sistemáticos de excavabilidad en los materiales cuarcíticos del grupo geotécnico (GT15).

Puntualmente en los niveles cementados de los grupos terciarios (311b) y (312f).

PRESENCIA DE NIVELES FREÁTICOS

La presencia de niveles freáticos que pueden incidir en el trazado de un corredor, surgen en los siguientes casos:

- En los aluviales y terrazas bajas de los ríos
- En la base de materiales permeables (terrazas, glaciares, calizas karstificadas, etc), cuando el sustrato es impermeable

- En las formaciones de litología alternante, dentro de los horizontes más permeables

KARSTIFICACIÓN

Estos problemas son muy reducidos y prácticamente de carácter testimonial en el Tramo. Se han observado oquedades por karstificación en las calizas del grupo (312c), y es probable que también puedan existir en las rocas carbonatadas del grupo (321b), dada la similitud litológica entre ambos grupos.

LITOLOGÍA

Los problemas litológicos más reseñables corresponden a la alta plasticidad que presentan la matriz arcillosa de los materiales "Facies roja de Toro", grupo (321a).

4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

Una vez analizadas las características topográficas, geomorfológicas y geotécnicas del Tramo, se han considerado una serie de corredores alternativos, que enlazan los sectores de Toro, Zamora y norte del Estudio. También se han sugerido otros corredores, que partiendo de los principales, enlazan con las poblaciones y carreteras actuales del Tramo.

Los corredores considerados, convenientemente numerados, se representan esquemáticamente en la Figura 4.1.

El primer corredor propuesto (C-1) coincide en su totalidad con las carreteras actuales que enlazan los sectores objeto de estudio, primero con la N-122 y posteriormente con la N-630, exceptuando las variantes correspondientes a cada población.

El corredor C-1 parte al Este de Toro en la carretera N-122, bordea por el Norte a esta población, desciende al valle del arroyo Adalia y siguiendo el curso de éste, por su margen derecho, enlaza nuevamente con la carretera N-122, ya en el valle del río Duero. A partir de aquí, sigue el trazado de esta carretera hasta alcanzar a la N-630, habiendo bordeado previamente a Fresno de la Ribera y Zamora, siempre por el Norte. Sorteada Zamora, el corredor coincide hasta el final con el trazado actual de la N-630, excepto en las sucesivas variantes de los pueblos.

En este corredor se plantean problemas topográficos puntuales en los pasos de los arroyos y ríos, siendo los más importantes el del arroyo Adalia, que es el descenso de la altiplanicie de Toro al valle del Duero, el río Valderaduey, parte de la cola del embalse de Ricobayo y el arroyo de la Regata, en Granja de Morerueta.

Este trazado es conflictivo, en algunos puntos, en cuanto a las vías de comunicación ya existentes, por ejemplo, en las variantes de Toro y Zamora hay que salvar varias carreteras comarcales, aunque estos pasos también son comunes para el siguiente corredor propuesto;

entre Toro y Zamora se cruza cuatro veces la vía férrea Zamora-Medina del Campo y una el ferrocarril Zamora-Astorga.

El segundo corredor propuesto (C-2), sigue en su comienzo el mismo itinerario que el corredor C-1 hasta la variante de Toro. A continuación cruza el valle del arroyo Adalia y discurre por una plataforma elevada ocupada por la "Facies roja de Toro", hasta que desciende de ella a la altura de Freno de la Ribera, para desplazarse hasta Zamora paralelamente a la carretera N-122. Una vez se ha pasado Zamora, este corredor sigue un trazado paralelo a la N-630, situado entre esta carretera y el ferrocarril Zamora-Astorga.

Los obstáculos topográficos más significativos corresponden al valle escarpado del arroyo Adalia y al río Valderaduey. La bajada de la altiplanicie al valle del Duero, a la altura de Freno de la Ribera, se puede realizar por un valle secundario situado al Norte del monte Parcelas, que reduce considerablemente la pendiente de esta zona. A partir de Zamora, los resaltes topográficos se reducen en comparación con el corredor C-1, debido a que se cruzan menos arroyos, y cuando se cruzan los mismos de antes, ahora se hace más cerca de su cabecera, reduciéndose la profundidad del valle.

Los corredores que se proponen a continuación son aquellos que enlazan el Tramo con otros sectores o poblaciones importantes.

El enlace con Portugal puede realizarse a través del corredor (C-3), que sigue el itinerario de la carretera N-122. Los aspectos topográficos más significativos son los valles de los arroyos de Valderrey y de la Fresneda.

Hacia Galicia se propone el corredor (C-4), que puede partir de dos puntos de la N-630, situados unos 0.5 y 1.5 Km, respectivamente, al Sur de Fontanillas de Castro. Este corredor cruza el río Esla, que requiere un viaducto de consideración, y sigue el trazado de la carretera N-525. También se sugiere el corredor (C-5), que parte hacia el Oeste desde Santovenia y cruza el río Esla a la altura de Bretó y Bretocino, antes de encajarse en el sustrato metamórfico.

Hacia el Sur, se propone el corredor (C-6), que una vez cruzado el río Duero sigue el recorrido de la carretera C-519.

Por último, se sugiere el corredor C-7, que enlaza a las poblaciones que hay en el margen izquierdo del río Duero, hasta Zamora. Este corredor se proyecta por la carretera local actual existente, ya que hacia el Sur el relieve es escarpado.

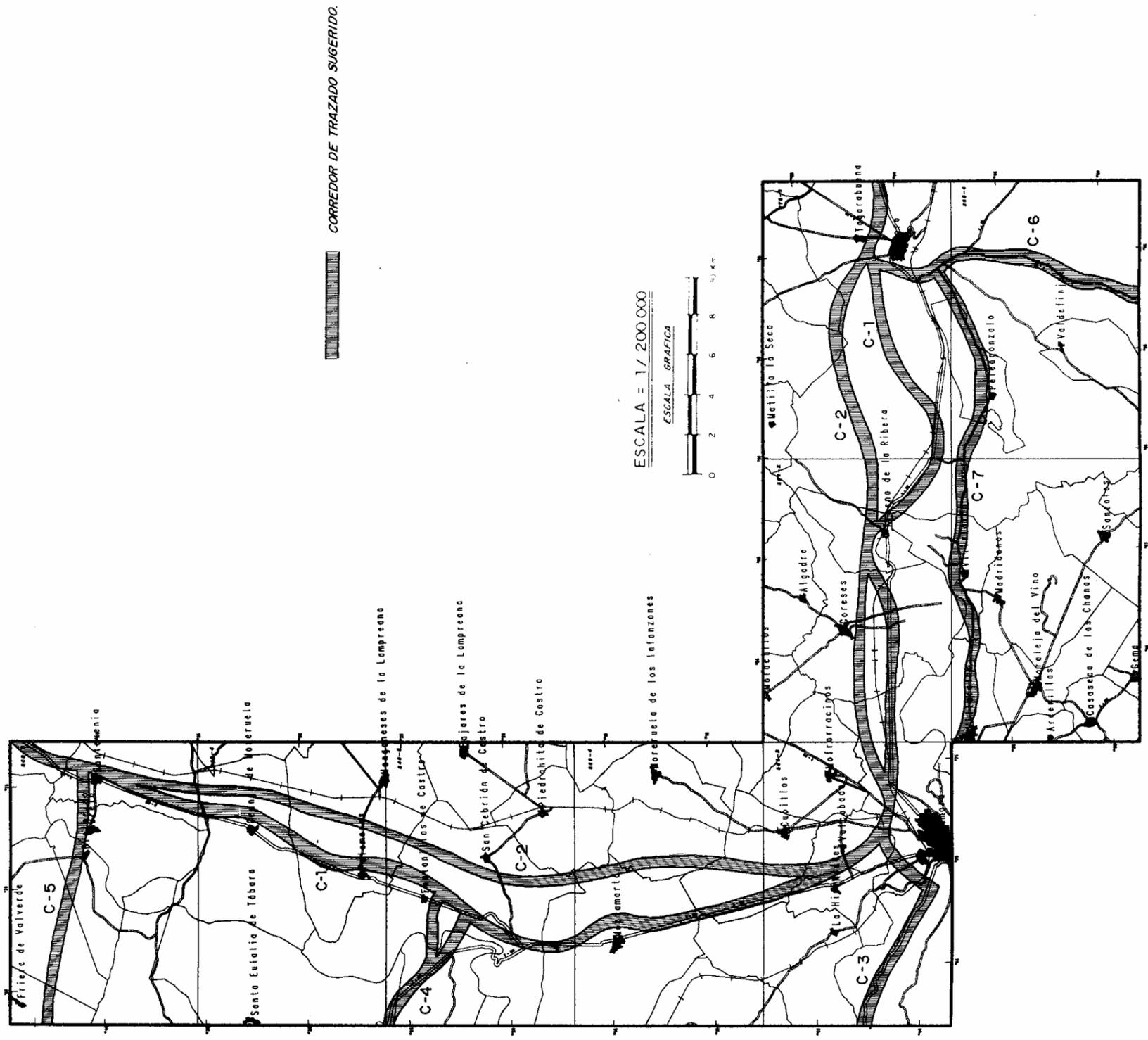


FIGURA 4.1. ESQUEMA DE CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS EN EL TRAMO.

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

A pesar de que en este Estudio Previo de Terrenos no se hace un análisis detallado de los yacimientos de roca y granulares existentes en el Tramo, se ha considerado conveniente dar una visión breve y resumida de los yacimientos y canteras inventariados durante la ejecución del mismo, y que pueden ser aptos para su utilización en obras de carreteras.

Al final de este capítulo se incluyen una serie de ensayos geotécnicos de algunos de los materiales presentes en el Tramo, recopilados de diversos informes de carreteras realizados dentro del ámbito del Estudio.

5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS

En el Tramo de estudio los únicos materiales rocosos válidos para la obtención de áridos para carreteras corresponden a los grupos cuarcíticos del Paleozoico. Estos grupos litológicos son: (122b), (121e), (121c) y (121b), retirando, en todos los casos, las intercalaciones de filitas, pizarras y esquistos.

Las areniscas del grupo (311a) se han explotado en pequeñas canteras para roca ornamental.

Las calizas del grupo (312c) se han extraído para la obtención de cal.

Las Figuras 5.1 y 5.2 muestran distintos aspectos de explotaciones abandonadas de estos materiales.

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



Figura 5.1. Explotación abandonada de cuarcitas del grupo (121c), localizada en la intersección de las carreteras CN-630 y CN-525.



Figura 5.2. Vista panorámica de pequeñas explotaciones de las calizas del grupo (312c) para la obtención de cal, localizadas en un cerro al NE de Cubillos.

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

5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

El Tramo de estudio presenta excelentes y abundantes materiales granulares para su utilización para áridos de carreteras, muchos de los cuales se explotan en la actualidad.

Estos materiales pertenecen a los grupos litológicos (A1), (T2) y (t1). Los ensayos que se adjuntan al final del capítulo, muestran que, en la mayoría de los casos, cumplen las características de zahorra natural y son suelos seleccionados (Figuras 5.3, 5.4 y 5.5).



Figura 5.3. Explotación abandonada del grupo (t1), situada en el cerro de El Gamonal, al W de Coreses.

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



Figura 5.4. Explotación de gravas del grupo (t1), junto a la carretera C-112, en el P.K.23.3.



Figura 5.5. Gravera abandonada en el grupo (t1), localizada hacia el P.K.30 de la carretera a Valdefinjas.

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

Las arenas eólicas del grupo (e) también se han explotado en el paraje de Monte de la Reina (Figura 5.6). Estos materiales pueden utilizarse para la fabricación de hormigones, suelo-cemento y compensación de curvas granulométricas. Según los ensayos realizados son suelos seleccionados, aunque muy difíciles de compactar.



Figura 5.6. Explotación de las arenas eólicas del grupo (e). Paraje de Monte de la Reina.

5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

Los materiales que pueden utilizarse para la construcción de terraplenes y pedraplenes son los mismos que los expuestos anteriormente, excepto las arenas eólicas, que pueden no ser aptos por su difícil compactación.

Para la construcción de terraplenes se podrán aprovechar, además de los ya mencionados, los siguientes materiales:

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

Los sedimentos cuaternarios presentan litologías heterogéneas, ya que en base a los ensayos disponibles, muestran características desde suelos tolerables hasta suelos seleccionados. Los resultados de los grupos ensayados son:

- (A2): Suelo tolerable, adecuado y seleccionado
- (c): Suelo tolerable o adecuado (coluvión con matriz arenosa)
- (aa): Suelo tolerable, adecuado y seleccionado
- (e): Suelo seleccionado

En general, los materiales cuaternarios se podrán utilizar para núcleos de terraplén.

Se estima que los materiales de glaciares, grupo (g), pueden ser localmente suelos inadecuados, debido posiblemente a una plasticidad alta de su matriz, recomendándose un control detallado del mismo.

Los materiales terciarios, al igual que los cuaternarios, también son heterogéneos, y los grupos ensayados arrojan los siguientes resultados:

- (321c): Suelo inadecuado y tolerable
- (321a): Suelo inadecuado
- (312e): Suelo inadecuado, adecuado y seleccionado
- (312a): Suelo inadecuado, tolerable y adecuado
- (311a): Suelo tolerable y adecuado

Los materiales del grupo (321a) no se podrán utilizar debido a que son suelos inadecuados. Los demás grupos se pueden, en general, aprovechar para núcleos de terraplén, aunque requerirán un riguroso control para desechar los suelos inadecuados y llevarlos a vertedero. Se estima que los materiales de los grupos: base del (312f), (312d) y (312b) pueden contener parte de suelos inadecuados (Figura 5.7).

También se consideran que pueden ser válidos para terraplenes, dado su grado de alteración, los gneises del grupo precámbrico (010a). En estado sano podrían utilizarse para pedraplenes, siempre y cuando cumplan los requisitos mínimos exigidos.

Para pedraplenes podrá utilizarse el grupo litológico (121a), en caso de que cumplan los requisitos mínimos exigidos, ya que son "rocas que requieren un estudio especial", según el pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes.

Los grupos litológicos (122a), (121d) y (101b) no se consideran aprovechables, ya que son "rocas inadecuadas". Sin embargo, en el Estudio se ha explotado un tramo pizarroso del grupo (122a), (Figura 5.8).

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



Figura 5.7. Explotación de arenas y gravas del grupo (312e), situada junto a al P.K. 72 de la carretera N-122.



Figura 5.8. Cantera en las pizarras del grupo (122a), localizada junto a la carretera que une la CN-630 con Bretocino, cerca del cruce con el río Esla.

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

5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE

Con vistas al emplazamiento de nuevas explotaciones o a la puesta en marcha de las ya existentes, se recomienda un estudio detallado de las áreas y yacimientos indicados en la Figura 5.9, ya que en algún momento han sido, o están siendo utilizados como yacimientos.

CUADRO-RESUMEN SOBRE YACIMIENTOS

Como resumen a este capítulo, se adjunta un cuadro-resumen correspondiente a los yacimientos rocosos, granulares y de materiales para terraplenes y pedraplenes, proporcionándose datos de su litología y accesos.

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

YACIMIENTO	COORDENADAS UTM	GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS	ESTADO ACTUAL DE LA EXPLOTACIÓN
YR-1	X: 267.100 Y: 4.618.700	121 c	Cuarcitas, pizarras y esquistos	Ctra. CN-630. P.k. 113.	Abandonada
YR-2	X: 276.100 Y: 4.634.060	121 c	Cuarcitas, pizarras y esquistos	Ctra. Estación Villafila-Villarín de Campos.	Abandonada
YR-3	X: 271.850 Y: 4.634.900	121 c	Cuarcitas, pizarras y esquistos	Ctra. de CN-630 a Bretocino.	Abandonada
YR-4	X: 269.200 Y: 4.636.250	122 a	Pizarras y filitas	Ctra. de CN-630 a Bretocino.	Abandonada
YR-5 (*)	X: 264.200 Y: 4.641.800	121 b	Cuarcitas	Cerro Lonjera. C° desde Ctra. Bretocino a Foramontanos de Tábara.	Sin explotar
YR-6 (*)	X: 265.000 Y: 4.637.900	121 c	Cuarcitas, pizarras y esquistos	Ctra. de Bretocino a Foramontanos de Tábara.	Sin explotar
YR-7 (*)	X: 263.600 Y: 4.636.800	121 c	Cuarcitas, pizarras y esquistos	Ctra. de Bretocino a Foramontanos de Tábara.	Sin explotar
YR-8 (*)	X: 267.150 Y: 4.619.200	121 c	Cuarcitas, pizarras y esquistos	Ctra. CN-630. P.k. 112.	Sin explotar

Los yacimientos reseñados con (*) se recomienda estudiar con mas detalle por su interés potencial.

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES Y DE MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

YACIMIENTO	COORDENADAS UTM	GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS	ESTADO ACTUAL DE LA EXPLOTACIÓN
YG-9	X: 301.150 Y: 4.595.950	t1	Gravas, bolos y arenas	C-112. P.k. 25,6.	Abierta
YG-10	X: 302.500 Y: 4.595.700	t1	Gravas, bolos y arenas	CC-112.P.k. 25. Camino Urb. El Gejo.	Abierta
YG-11	X: 301.450 Y: 4.594.700	t1	Gravas, bolos y arenas	CC-112.P.k. 25. Camino de la Fuente.	Abandonada
YG-12	X: 302.000 Y: 4.594.900	t1	Gravas, bolos y arenas	CC-112. P.k 24,5.	Abandonada
YG-13	X: 302.600 Y: 4.594.300	t1	Gravas, bolos y arenas	CC-112. P.k 23,4.	Abierta
YG-14	X: 299.800 Y: 4.596.600	t1	Gravas, bolos y arenas	Intersección C-519 y CC-112.	Abierta
YG-15	X: 299.600 Y: 4.595.500	t1	Gravas, bolos y arenas	CC-519. P.k. 4.	Abandonada
YG-16	X: 299.000 Y: 4.596.000	t1	Gravas, bolos y arenas	Ctra. a Valdefinjas. P.k. 30,9.	Abierta
YG-17	X: 298.150 Y: 4.595.250	t1	Gravas, bolos y arenas	C° desde P.k. 28,8 de la Ctra. de Valdefinjas.	Abierta
YG-18	X: 297.600 Y: 4.595.950	t1	Gravas, bolos y arenas	C° de tierra desde P.k. 29 de la carretera a Valdefinjas.	Abierta

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES Y DE MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES (CONT.)

YACIMIENTO	COORDENADAS UTM	GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS	ESTADO ACTUAL DE LA EXPLOTACIÓN
YG-19	X: 293.900 Y: 4.597.100	T2	Gravas, bolos y arenas	Camino de tierra desde P.k. 22 de la Ctra. A Peleagonzalo.	Abandonada
YG-20	X: 281.100 Y: 4.596.900	t1	Gravas, bolos y arenas	Ctra. entre Villalarbo y Villalazán.	Abierta
YG-21	X: 281.200 Y: 4.596.500	t1	Gravas, bolos y arenas	Ctra. entre Villalarbo y Villalazán.	Abandonada
YG-22	X: 279.300 Y: 4.597.500	t1	Gravas, bolos y arenas	Ctra. entre Villalarbo y Villalazán.	Abandonada
YG-23	X: 280.000 Y: 4.597.400	t1	Gravas, bolos y arenas	Ctra. entre Villalarbo y Villalazán.	Abierta
YG-24	X: 288.600 Y: 4.599.700	312 e	Arenas y gravas	CN-122. P.k. 46,6.	Abandonada
YG-25	X: 288.300 Y: 4.600.400	312 e	Arenas y gravas	Camino desde P.k. 48 de la CN-122.	Abandonada
YG-26	X: 286.900 Y: 4.601.200	t1	Gravas, bolos y arenas	CC-519. P.k. 4.	Abandonada
YG-27	X: 287.000 Y: 4.601.500	312 e	Arenas y gravas	C° de tierra desde P.k. 73 de la CN-122.	Abandonada
YG-28	X: 284.600 Y: 4.601.200	t1	Gravas, bolos y arenas	CN-122. P.k. 51.	Abierta

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES Y DE MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES (CONT.)

YACIMIENTO	COORDENADAS UTM	GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS	ESTADO ACTUAL DE LA EXPLOTACIÓN
YG-29	X: 284.200 Y: 4.598.600	A1	Gravas, bolos y arenas	Pista de tierra desde P.k. 52 de la CN-122.	Abierta
YG-30	X: 287.500 Y: 4.597.700	A1	Gravas, bolos y arenas	Pista desde granja Florencia.	Abierta
YG-31	X: 279.300 Y: 4.598.500	A1	Gravas, bolos y arenas	Pista de tierra desde P.k. 55,2 de la CN-122.	Abierta
YG-32	X: 279.900 Y: 4.599.100	T2	Gravas, bolos y arenas	Pista de tierra desde P.k. 55,2 de la CN-122.	Abierta
YG-33	X: 280.300 Y: 4.600.000	T2	Gravas, bolos y arenas	Pista de tierra desde P.k. 55,2 de la CN-122.	Abierta
YG-34	X: 280.600 Y: 4.600.600	T2	Gravas, bolos y arenas	CN-122. P.k. 55,2.	Abierta
YG-35	X: 280.500 Y: 4.601.000	T2	Gravas, bolos y arenas	CN-122. P.k. 55,2.	Abandonada
YG-36	X: 279.800 Y: 4.600.700	T2	Gravas, bolos y arenas	CN-122. P.k. 56.	Abierta
YG-37	X: 282.300 Y: 4.601.500	T2	Gravas, bolos y arenas	Ctra. a Coreses.	Abandonada
YG-38	X: 280.400 Y: 4.604.000	t1	Gravas, bolos y arenas	Ctra. de Coreses a Molacillos.	Abandonada

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES Y DE MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES (CONT.)

YACIMIENTO	COORDENADAS UTM	GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS	ESTADO ACTUAL DE LA EXPLOTACIÓN
YG-39	X: 278.200 Y: 4.602.800	t1	Gravas, bolos y arenas	Pista desde P.k. 4 de la Ctra. de Coreses a Molacillos.	Abandonada
YG-40	X: 277.300 Y: 4.603.800	t1	Gravas, bolos y arenas	Pista desde P.k. 4 de la Ctra. de Coreses a Molacillos.	Abandonada
YG-41	X: 287.500 Y: 4.600.200	312 e	Arenas y gravas	CN-122. P.k. 47,9.	Abierta
YG-42	X: 290.600 Y: 4.600.000	e	Arenas	Pista de Monte de la Reina.	Abandonada
YG-43	X: 291.300 Y: 4.599.900	t1	Gravas, bolos y arenas	Pista de Monte de la Reina.	Abandonada
YG-44	X: 270.150 Y: 4.633.400	311 a	Arenas y gravas	Camino de Granja de Moreuela a ruinas de convento.	Abierta
YG-45	X: 283.700 Y: 4.600.500	T2	Gravas, bolos y arenas	Pista desde P.k. 52 de la CN-122.	Abandonada
YG-46	X: 298.400 Y: 4.595.800	t1	Gravas, bolos y arenas	Camino desde P.k. 30 de la Ctra. a Valdefinjos.	Abandonada
YG-47	X: 288.800 Y: 4.599.900	312 e	Arenas y gravas	Camino de tierra desde P.k. 73 de la CN-122.	Abierta

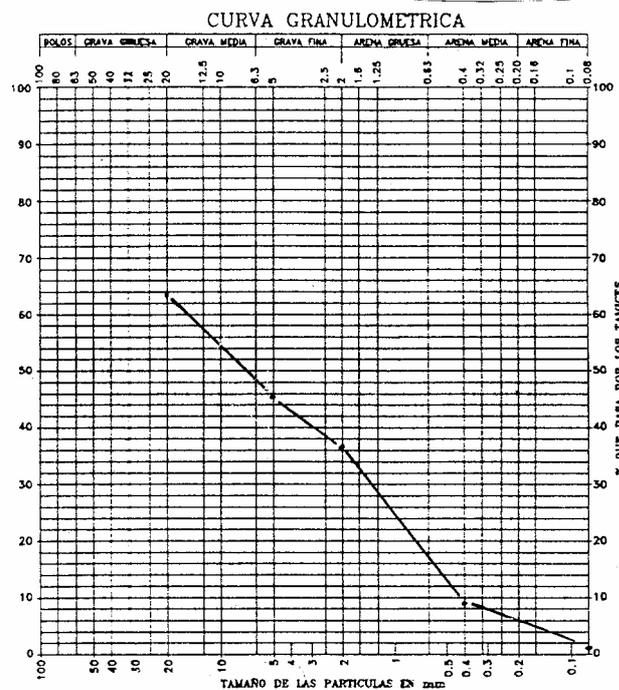
NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación

A continuación se muestran los resultados de los ensayos geotécnicos, recopilados de diversos informes de carreteras realizados en el Tramo.

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (A1)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	63.69
5	45.83
2	36.65
0,4	9.24
0,08	1.12

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: -
 Límite plástico: -
 Índice de plasticidad: N.P.

USCM:

H.R.B.: GP
 PG-4/88: A-1-a (0)
 Zahorra natural.
 Zahorra artificial (Tamaño > 40 mm)
 Hormigón hidráulico
 Mezclas bituminosas (capa base)

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m³): 2.19
 Humedad óptima (%): 5.24

C.B.R. (Índice al % P.M.): 69
 Equivalente de arena (%): 77

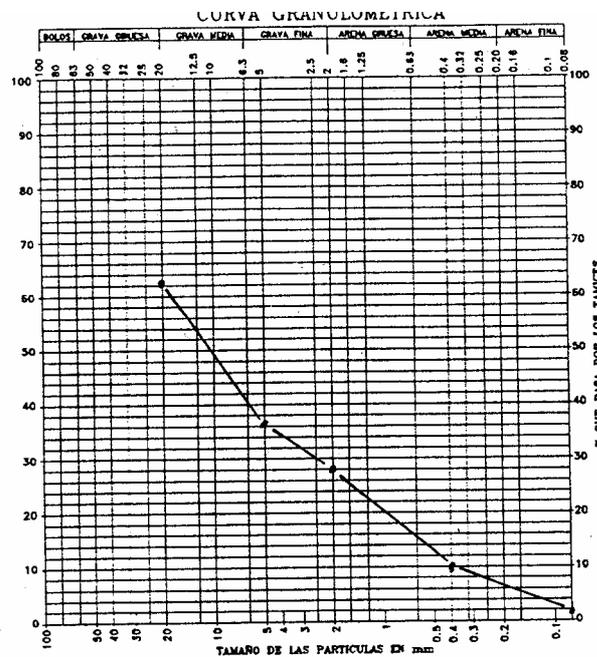
CLASIFICACIÓN

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (T2)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	62.73
5	36.67
2	28.90
0,4	8.52
0,08	1.80

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: -
 Límite plástico: -
 Índice de plasticidad: N.P.

Equivalente de arena (%): 65

CLASIFICACIÓN

USCM: GP
 H.R.B.: A-1-a (0)
 PG-4/88: Suelo seleccionado (sin ensayo de compactación).

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m^3): -
 Humedad óptima (%): -

Zahorra natural (sin ensayo de compactación).

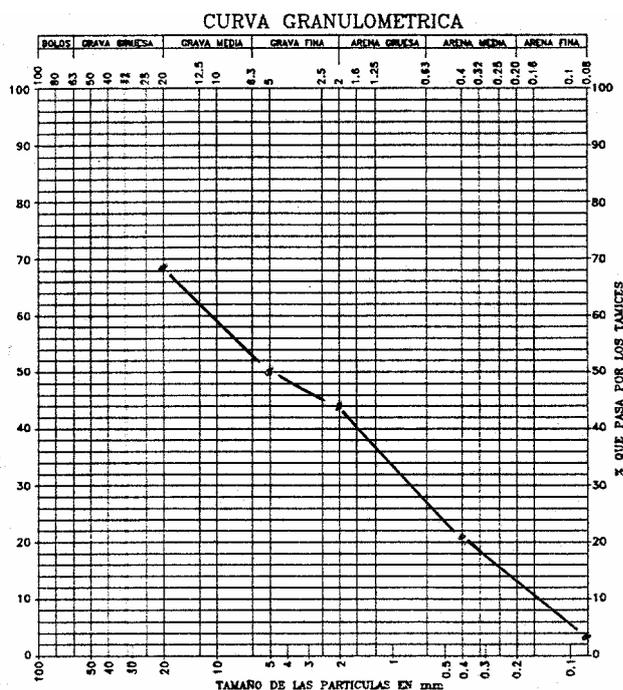
C.B.R. (Índice al % P.M.): -

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (t1)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	68.67
5	50.92
2	44.06
0,4	21.55
0,08	3.73

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: -
 Límite plástico: -
 Índice de plasticidad: N.P.

CLASIFICACIÓN

USCM: GP
 H.R.B.: A-1-a (0)
 PG-4/88: Zahorra natural

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m³): 2.23
 Humedad óptima (%): 4.70

Hormigón hidráulico
 Grava cemento

C.B.R. (Índice al % P.M.): 135.2

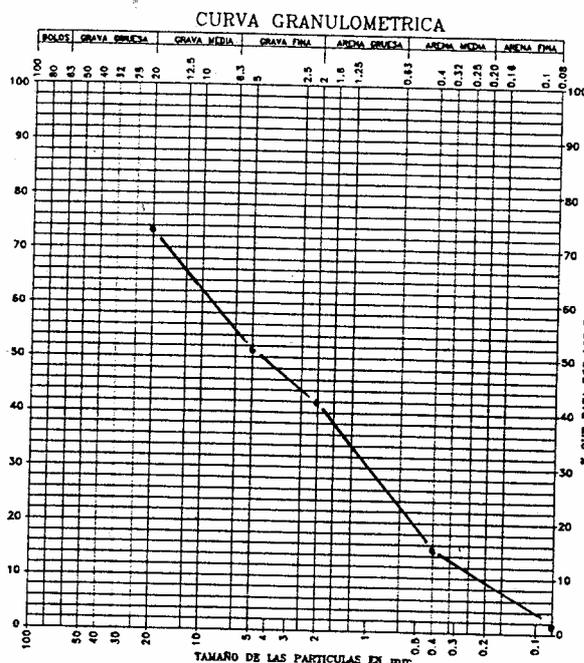
Equivalente de arena (%): 59

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (t1)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	73.53
5	51.45
2	42.56
0,4	15.24
0,08	1.56

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido:	-	Equivalente de arena (%):	63
Límite plástico:	-		
Índice de plasticidad:	N.P.		

CLASIFICACIÓN

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m^3):	2.11
Humedad óptima (%):	6.00

USCM:	GP
H.R.B.:	A-1-a (0)
PG-4/88:	Zahorra natural

C.B.R. (Índice al % P.M.):	66
----------------------------	----

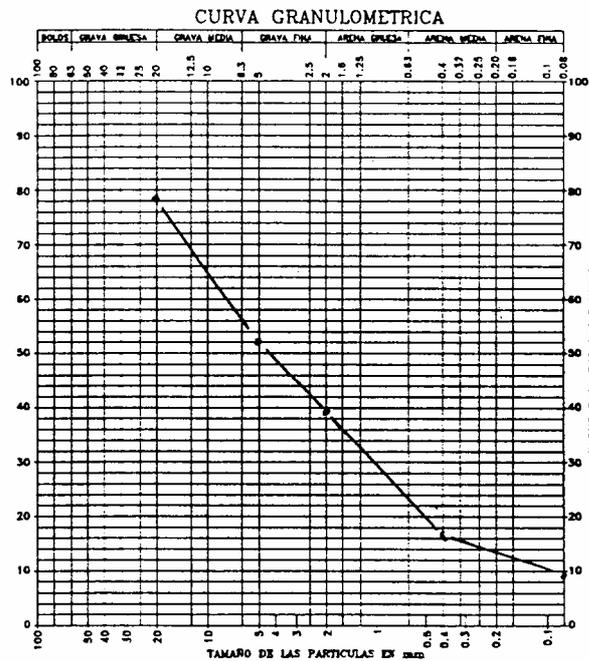
Hormigón hidráulico
Grava cemento

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (t1)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	78.51
5	52.77
2	39.21
0,4	17.84
0,08	9.30

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: -
 Límite plástico: -
 Índice de plasticidad: N.P.

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m³): 2.16
 Humedad óptima (%): 7.27

C.B.R. (Índice al % P.M.): 27

Equivalente de arena (%): 21

CLASIFICACIÓN

USCM: GW-GM
 H.R.B.: A-1-a (0)
 PG-4/88: Zahorra natural (lavar muestra)

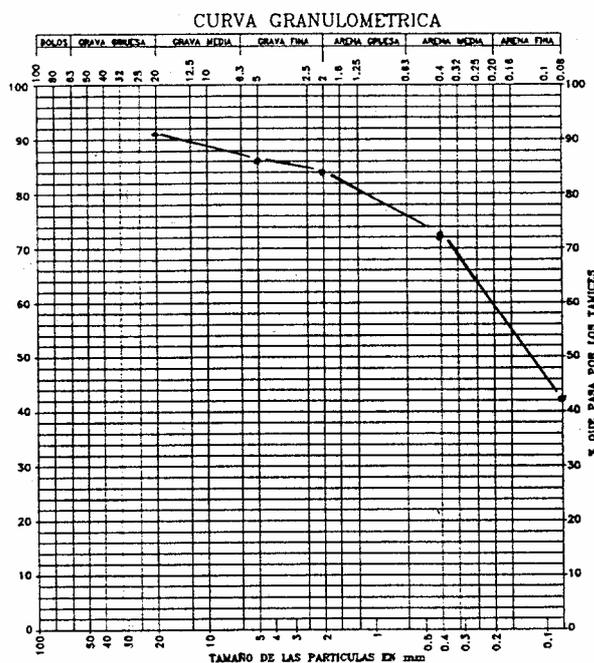
Hormigón hidráulico
 Grava cemento

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (A2)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	91.26
5	86.16
2	84.54
0,4	72.08
0,08	42.06

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: 23.8
 Límite plástico: 13.6
 Índice de plasticidad: 10.2

C.B.R. (Índice al % P.M.): -

Equivalente de arena (%): -

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m^3): -
 Humedad óptima (%): -

CLASIFICACIÓN

USCM: SM-SC

H.R.B.: -

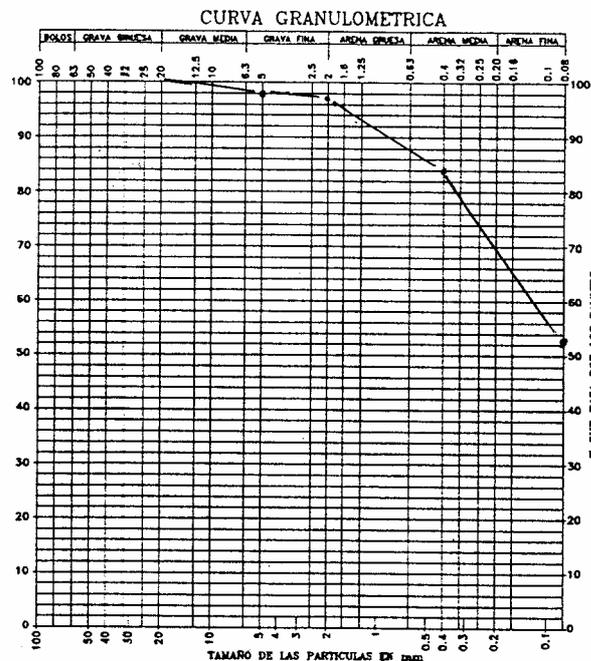
PG-4/88: Tolerable

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (A2)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	100.00
5	98.60
2	97.60
0,4	84.30
0,08	51.24

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: 25.1
 Límite plástico: 14.3
 Índice de plasticidad: 10.8

C.B.R. (Índice al % P.M.): -

Equivalente de arena (%): -

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m^3): -
 Humedad óptima (%): -

CLASIFICACIÓN

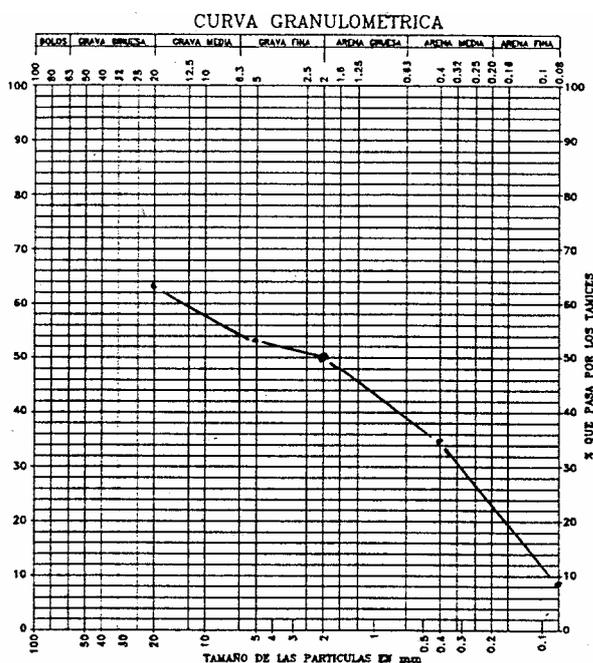
USCM: CL
 H.R.B.: -
 PG-4/88: Adecuado

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (A2)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	63.34
5	53.50
2	50.38
0,4	35.00
0,08	8.70

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: -
 Límite plástico: -
 Índice de plasticidad: N.P.

C.B.R. (Índice al % P.M.): -

Equivalente de arena (%): -

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m³): -
 Humedad óptima (%): -

CLASIFICACIÓN

USCM: GW-GM

H.R.B.: -

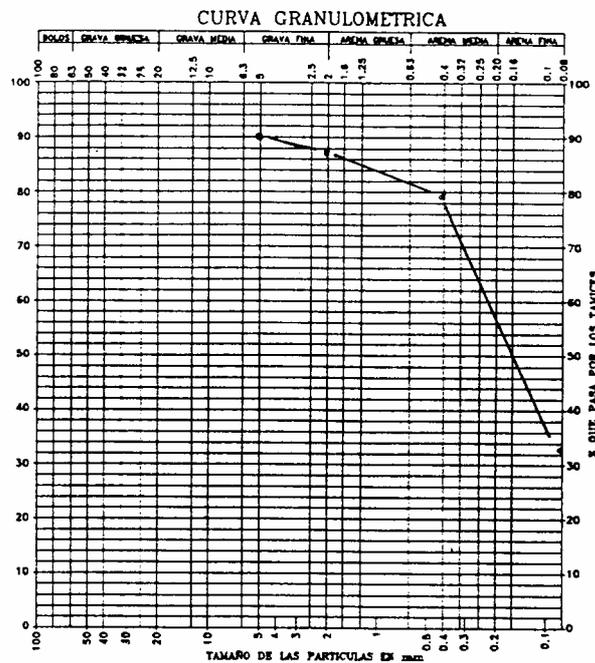
PG-4/88: Seleccionado

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (c)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	100.00
5	90.73
2	87.44
0,4	79.66
0,08	32.98

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: -
 Límite plástico: -
 Índice de plasticidad: N.P.

C.B.R. (Índice al % P.M.): -

Equivalente de arena (%): -

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m³): -
 Humedad óptima (%): -

CLASIFICACIÓN

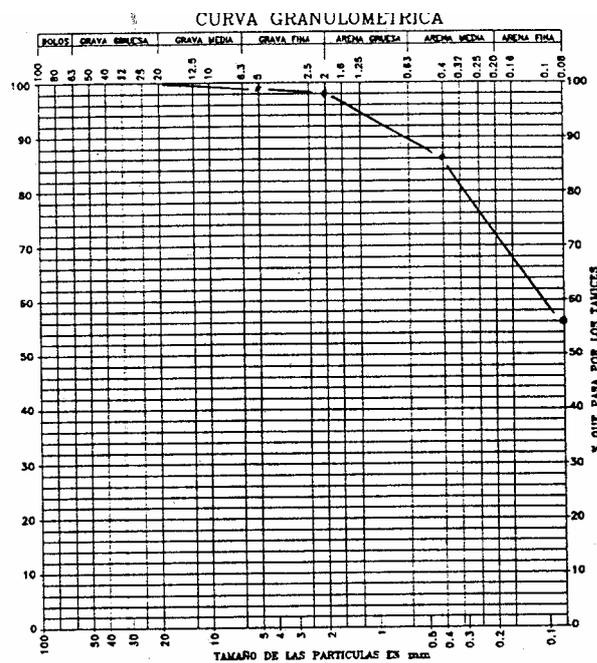
USCM: SW
 H.R.B.: a-2-4 (0)
 PG-4/88: Tolerable o adecuado

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (aa)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	100.00
5	99.06
2	98.62
0,4	86.51
0,08	56.70

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: 30.9
 Límite plástico: 16.65
 Índice de plasticidad: 14.25

C.B.R. (Índice al % P.M.): -

Equivalente de arena (%): -

CLASIFICACIÓN

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m³): -
 Humedad óptima (%): -

USCM: CL

H.R.B.: -

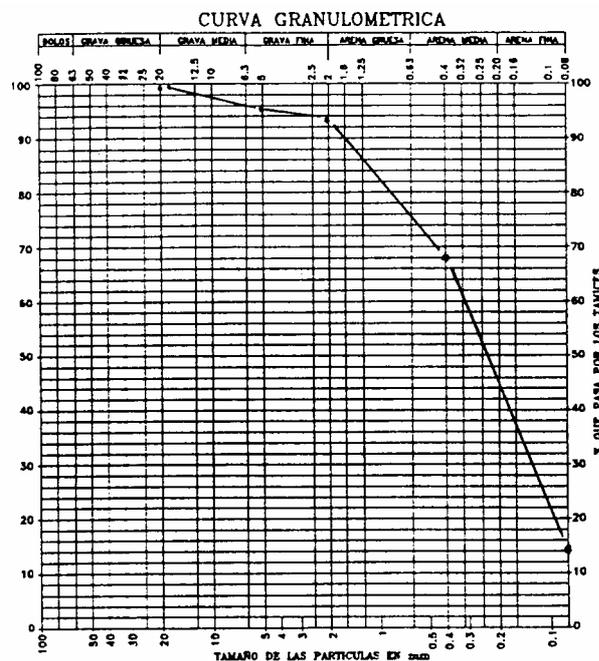
PG-4/88: Tolerable

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (aa)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	99.00
5	95.25
2	93.66
0,4	68.49
0,08	14.43

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: -
 Límite plástico: -
 Índice de plasticidad: N.P.

C.B.R. (Índice al % P.M.): -

Equivalente de arena (%): -

CLASIFICACIÓN

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m³): -
 Humedad óptima (%): -

USCM: SM

H.R.B.: -

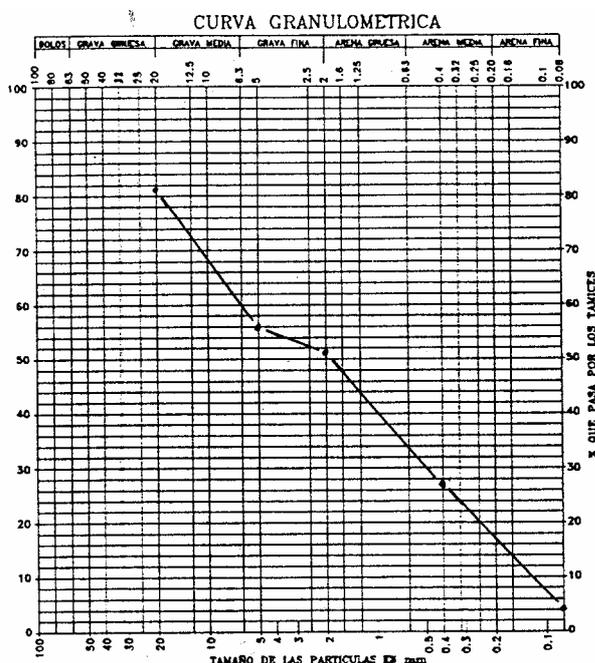
PG-4/88: Adecuado

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (aa)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	81.08
5	56.79
2	51.13
0,4	27.80
0,08	4.58

REPRESENTACIÓN GRAFICA



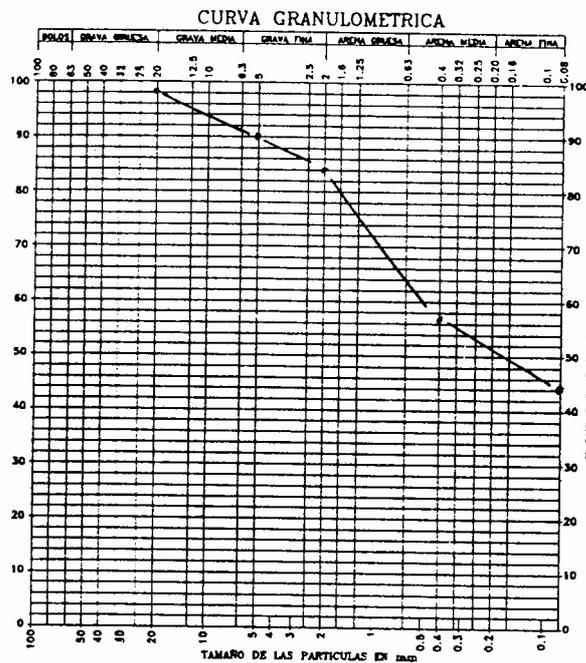
LIMITES DE ATTERBERG		C.B.R. (Indice al % P.M.):	29
Límite líquido:	-	Equivalente de arena (%):	-
Límite plástico:	-	CLASIFICACIÓN	
Indice de plasticidad:	N.P.	USCM:	SP
PROCTOR MODIFICADO		H.R.B.:	-
Densidad máxima (t/m ³):	2.02	PG-4/88:	Seleccionado
Humedad óptima (%):	5.4		

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (321 c)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	98.49
5	90.72
2	84.00
0,4	57.92
0,08	44.90

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: 63.7
 Límite plástico: -
 Índice de plasticidad: -

C.B.R. (Índice al % P.M.): -

Equivalente de arena (%): -

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m³): 2.02
 Humedad óptima (%): 5.4

CLASIFICACIÓN

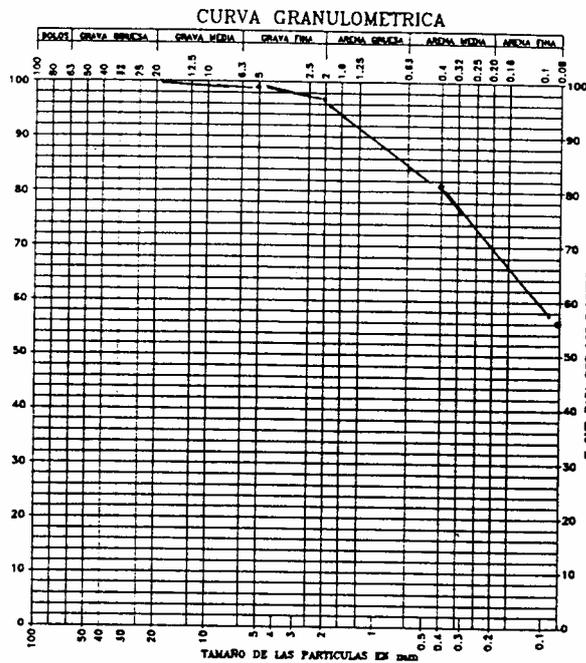
USCM: SC
 H.R.B.: -
 PG-4/88: Inadecuado

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (aa)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	100.00
5	99.49
2	97.58
0,4	81.61
0,08	56.29

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: 30.3
 Límite plástico: 18.2
 Índice de plasticidad: 12.1

C.B.R. (Índice al % P.M.): 39

Equivalente de arena (%): -

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m³): 1.79
 Humedad óptima (%): 16.02

CLASIFICACIÓN

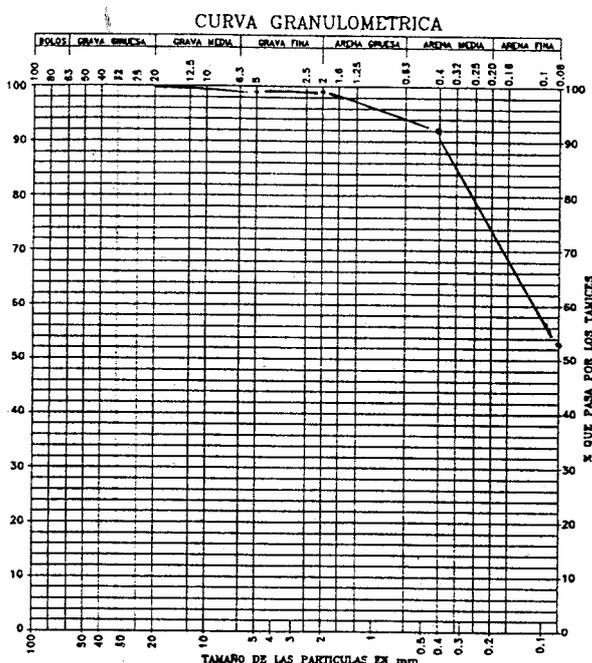
USCM: CL
 H.R.B.: -
 PG-4/88: Tolerable

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (312 e)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	100.00
5	99.95
2	99.84
0,4	92.15
0,08	53.16

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: 23.1
 Límite plástico: 18.2
 Índice de plasticidad: 4.9

C.B.R. (Índice al % P.M.): 6.25

Equivalente de arena (%): -

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m³): 1.87
 Humedad óptima (%): 11.1

CLASIFICACIÓN

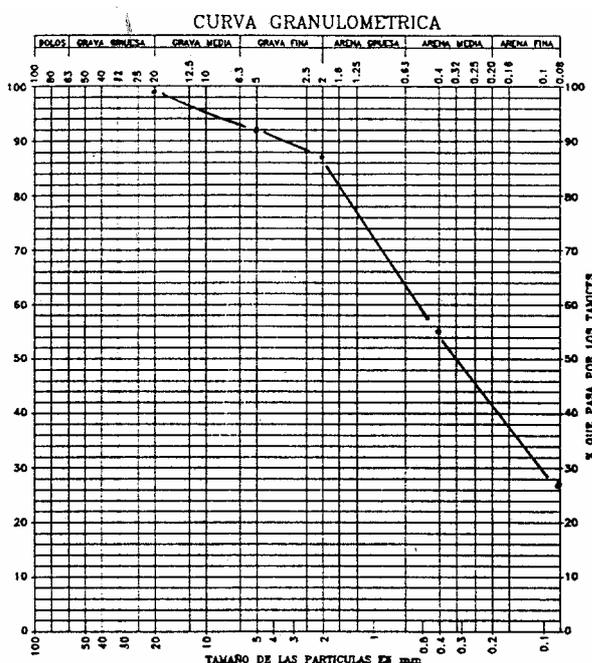
USCM: CL-ML
 H.R.B.: -
 PG-4/88: Inadecuado

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (312 e)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	99.42
5	92.66
2	87.27
0,4	55.85
0,08	27.77

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: -
 Límite plástico: -
 Índice de plasticidad: N.P.

C.B.R. (Índice al % P.M.): -

Equivalente de arena (%): -

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m³): -
 Humedad óptima (%): -

CLASIFICACIÓN

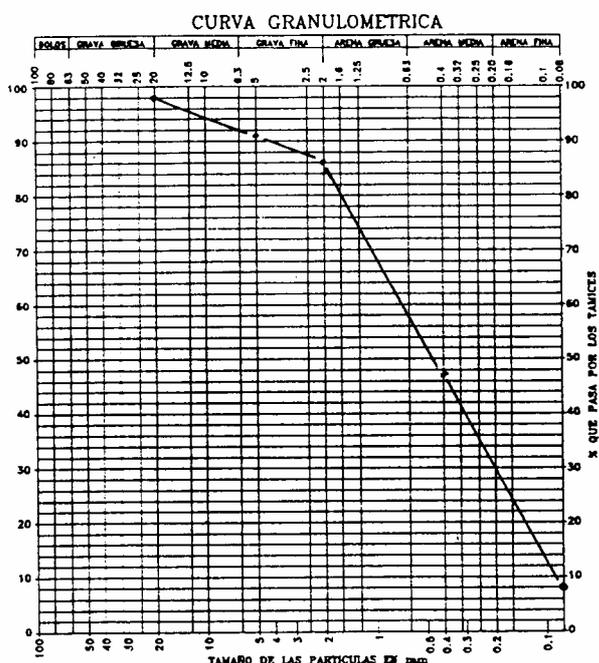
USCM: SM
 H.R.B.: -
 PG-4/88: Adecuado

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (312 e)

Tamices UNE	% Pasa
20	98.54
5	91.45
2	86.63
0,4	47.85
0,08	8.50

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: -
 Límite plástico: -
 Índice de plasticidad: N.P.

C.B.R. (Índice al % P.M.): -

Equivalente de arena (%): -

CLASIFICACIÓN

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m³): -
 Humedad óptima (%): -

USCM: SM

H.R.B.: -

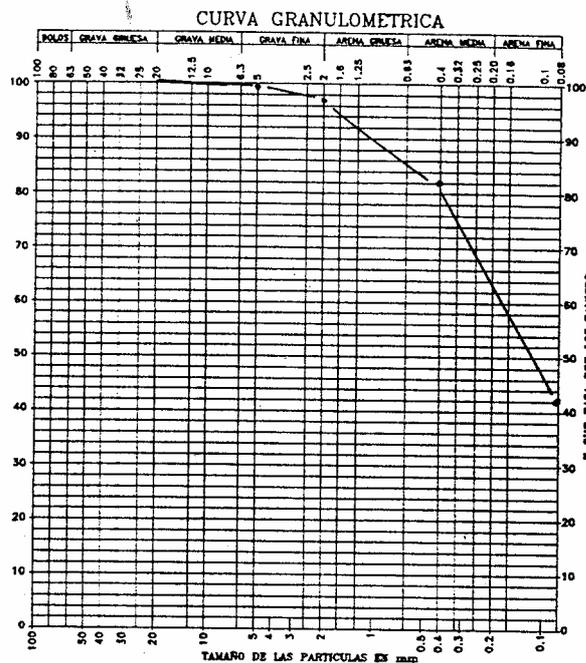
PG-4/88: Seleccionado

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (312 e)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	100.00
5	99.94
2	97.38
0,4	82.99
0,08	42.87

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: 26.8
 Límite plástico: 16.9
 Índice de plasticidad: 9.9

C.B.R. (Índice al % P.M.): -

Equivalente de arena (%): -

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m³): -
 Humedad óptima (%): -

CLASIFICACIÓN

USCM: SC

H.R.B.: -

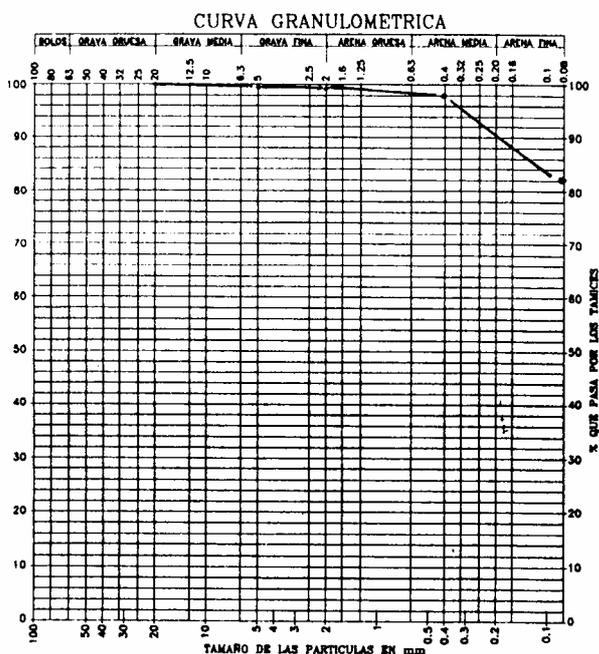
PG-4/88: Tolerable

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (312 a)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	100.00
5	99.89
2	99.73
0,4	98.09
0,08	82.34

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: 36.4
 Límite plástico: 20.6
 Índice de plasticidad: 15.8

C.B.R. (Índice al % P.M.): 4.4

Equivalente de arena (%): -

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m³): 1.83
 Humedad óptima (%): 14

CLASIFICACIÓN

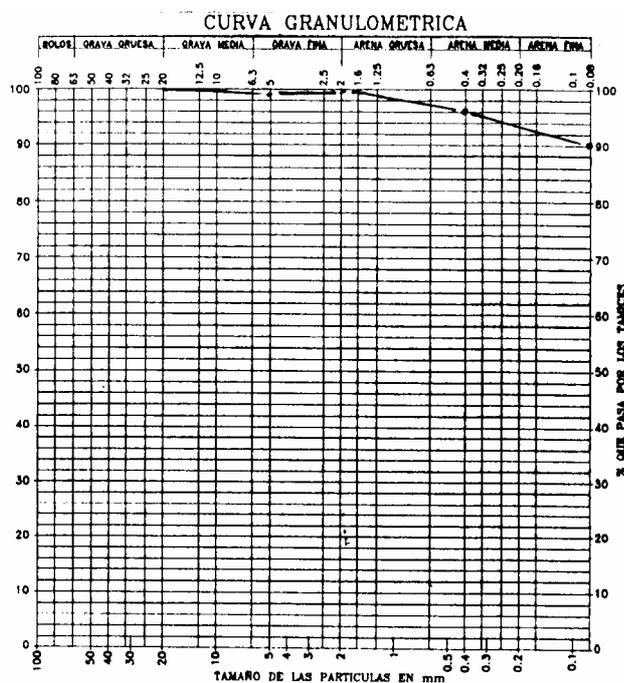
USCM: CL
 H.R.B.: -
 PG-4/88: Inadecuado

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (312 a)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	100.00
5	99.89
2	99.74
0,4	96.68
0,08	90.36

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: 32.3
 Límite plástico: 19.6
 Índice de plasticidad: 12.7

C.B.R. (Índice al % P.M.): 4.14

Equivalente de arena (%): -

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m³): 1.82
 Humedad óptima (%): 15.39

CLASIFICACIÓN

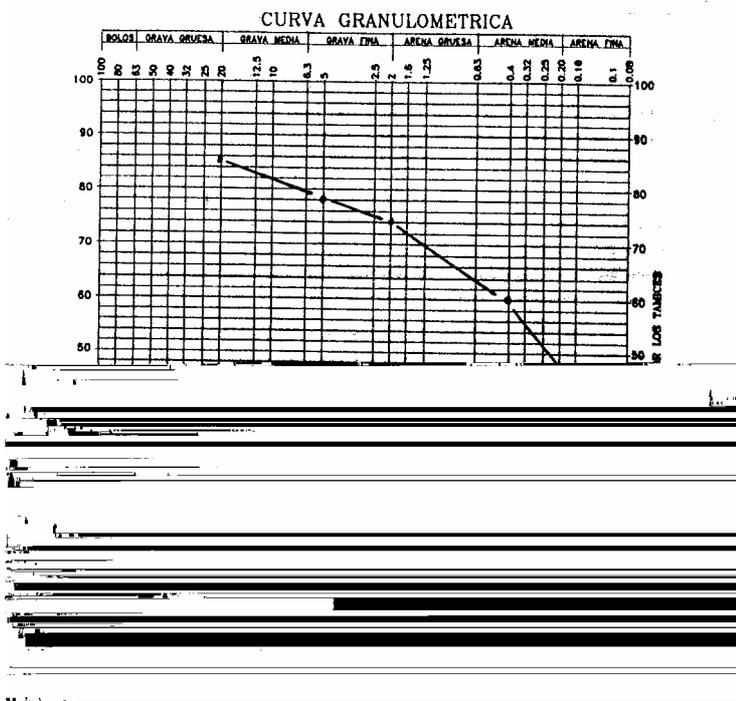
USCM: CL
 H.R.B.: -
 PG-4/88: Tolerable

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL GRUPO (312 a)

Granulometría	
Tamices UNE	% Pasa
20	85.8
5	78.7
2	74.2
0,4	60.9
0,08	34.8

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: 23.4
 Límite plástico: 15.0
 Índice de plasticidad: 8.5

CLASIFICACIÓN

USCM: SC
 H.R.B.: -
 PG-4/88: Adecuado

PROCTOR MODIFICADO

Densidad máxima (t/m³): 1.82
 Humedad óptima (%): 15.39

C.B.R. (Índice al % P.M.): 4.14

Equivalente de arena (%): -

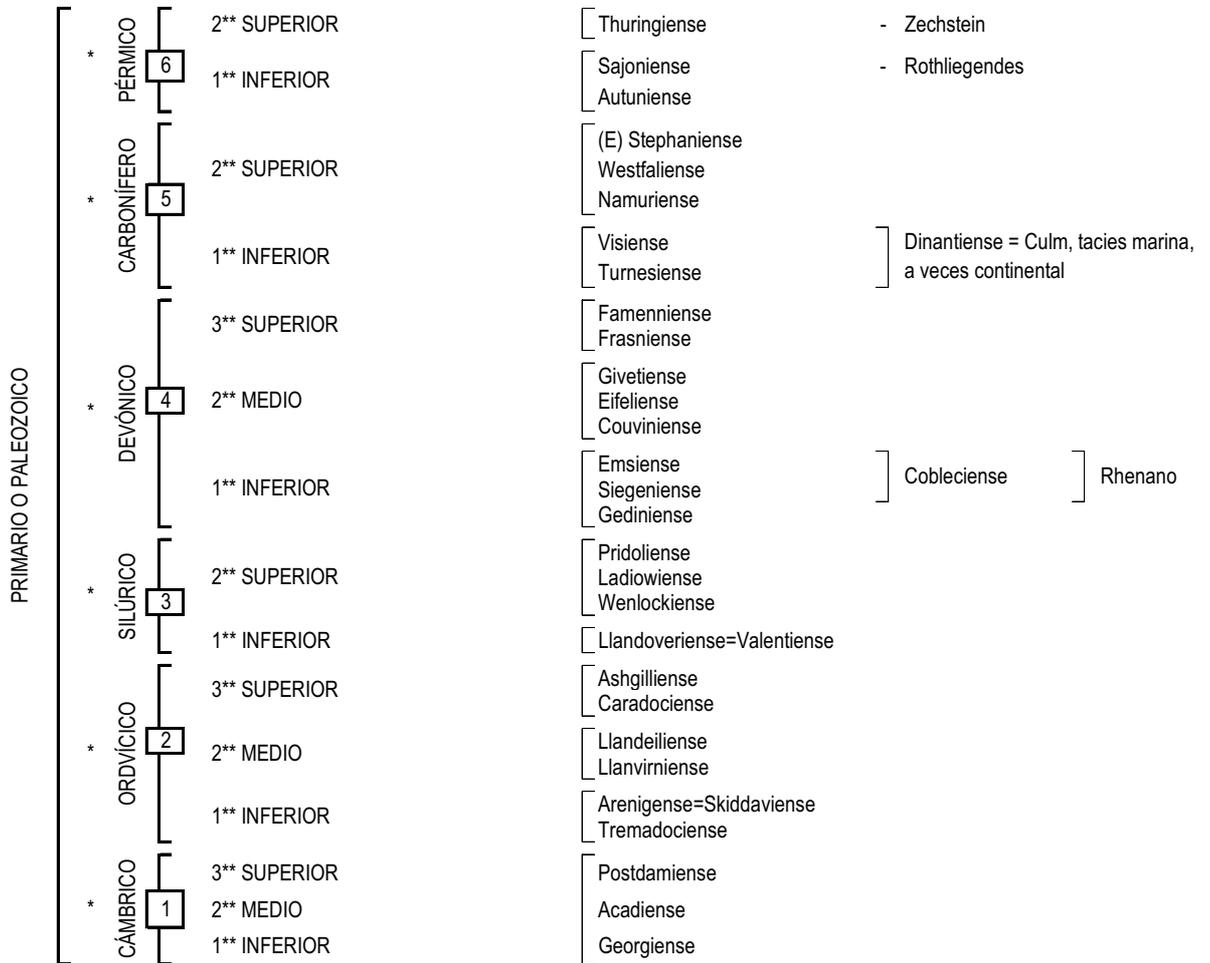
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AERO SERVICE, L. T. D. (1967).- "Mapa geológico de la Cuenca del Duero a escala 1:200.000". Instituto Agronómico Nacional de Colonización e IGME.
- ARRIBAS, A., y JIMENEZ, E. (1967).- "Mapa geológico de la provincia de Zamora a escala 1:400.000". Mapa Agronómico Nac. Provincial en los suelos de Zamora, pp. 8-29.
- (1970).- "Mapa geológico de España a escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía ya existente. Hoja 29, Valladolid". IGME, Madrid.
- CORRONCHANO, A y QUIROGA, J.L. (1974).- "La discordancia Paleozoica Terciaria al SW de Zamora". Estv. Geol., vol VII, pp. 123-130.
- I.T.G.E. (1982).- Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 2ª Serie. Hoja nº308. Villafáfila.
- I.T.G.E. (1981).- Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 2ª Serie. Hoja nº340. Manganeses de la Lampreana.
- I.T.G.E. (1980).- Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 2ª Serie. Hoja nº370. Toro.
- I.T.G.E. (1980).- Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 2ª Serie. Hoja nº397. Zamora.
- I.T.G.E. (1981).- Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 2ª Serie. Hoja nº398. Castronuño.
- JUBILAR, J.M. RIOS, (1983).- Geología de España. Tomo I-II.
- M.O.P.U. (1989).- "Terraplenes y pedraplenes". Area de Tecnología, de la Dirección General de Carreteras.
- QUIROGA, J.L. (1976).- "Bosquejo Geológico de los alrededores de Zamora". Stv. Geol., vol. X, 97-102.
- SOLE SABARIS, L. (1958).- "Observaciones sobre la edad de la planicie fundamental de la meseta española en el sector de Zamora". Brev. Geol. Ast., año II, núm. 1-2, pp. 3-8. Oviedo.

7. ANEJOS

7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS

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 período y época.

En caso de indeterminación de la época, se denominarán los grupos litológicos con las cifras correspondientes a la era y período 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, el contenido de las descripciones geotécnicas de los materiales del Tramo, se indican a continuación los criterios utilizados en la exposición de las características del terreno, tales como ripabilidad, estabilidad de taludes, capacidad portante y niveles freáticos.

Para evaluar las características geotécnicas sólo se ha dispuesto de las observaciones de campo (datos sobre taludes naturales y desmontes, comportamiento geotécnico de los mismos, escorrentía de las aguas superficiales, permeabilidad de las formaciones, observaciones sobre el estado de los firmes de las carreteras existentes en la zona, alterabilidad y erosionabilidad de los materiales, etc), así como algunos ensayos obtenidos en diversos informes realizados a lo largo del Tramo y sus alrededores. Por tanto sólo se puede dar una valoración cualitativa de dichas características.

Ripabilidad

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

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

Capacidad portante

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

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

Estabilidad de taludes

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

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

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

Se han considerado formaciones con problemas de estabilidad de taludes, aquellas en las que bien sea porque el ángulo de estabilidad natural del material es muy tendido, bien porque la formación está integrada por materiales de diferente comportamiento geotécnico,

pueden producirse derrumbamientos, desprendimientos o deslizamientos de ladera. En general, para cada material y talud, se indica el tipo de problemas que pueden presentarse.

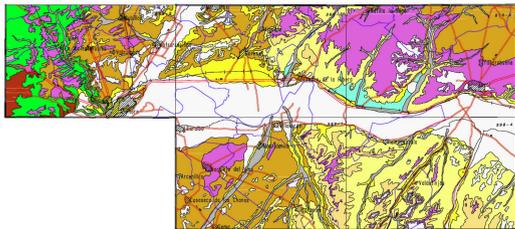
Drenaje

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

8. PLANOS

ESQUEMA GEOTECNICO

(ESCALA 1:200.000)

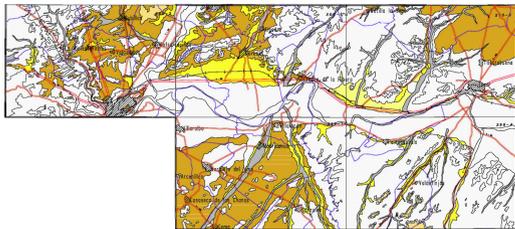


LEYENDA

- Lista de símbolos y descripciones para el esquema geotécnico, incluyendo tipos de suelos y formaciones.

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

(ESCALA 1:200.000)

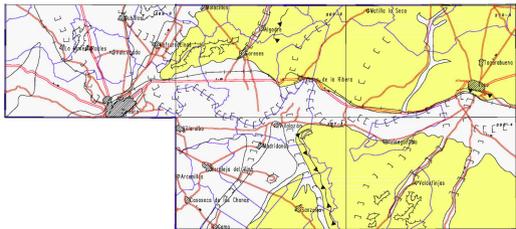


LEYENDA

- Lista de símbolos y descripciones para el esquema de suelos y formaciones de pequeño espesor.

ESQUEMA GEOMORFOLOGICO

(ESCALA 1:200.000)



LEYENDA

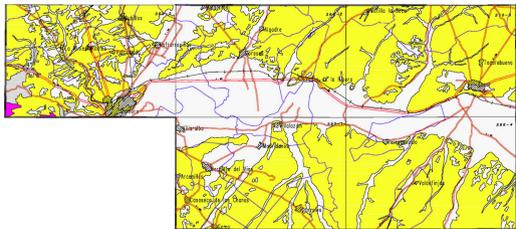
- Lista de símbolos y descripciones para el esquema geomorfológico.

DEPOSITOS RECIENTES

- Lista de símbolos y descripciones para depósitos recientes, como arenales y aluviales.

ESQUEMA GEOLOGICO

(ESCALA 1:200.000)

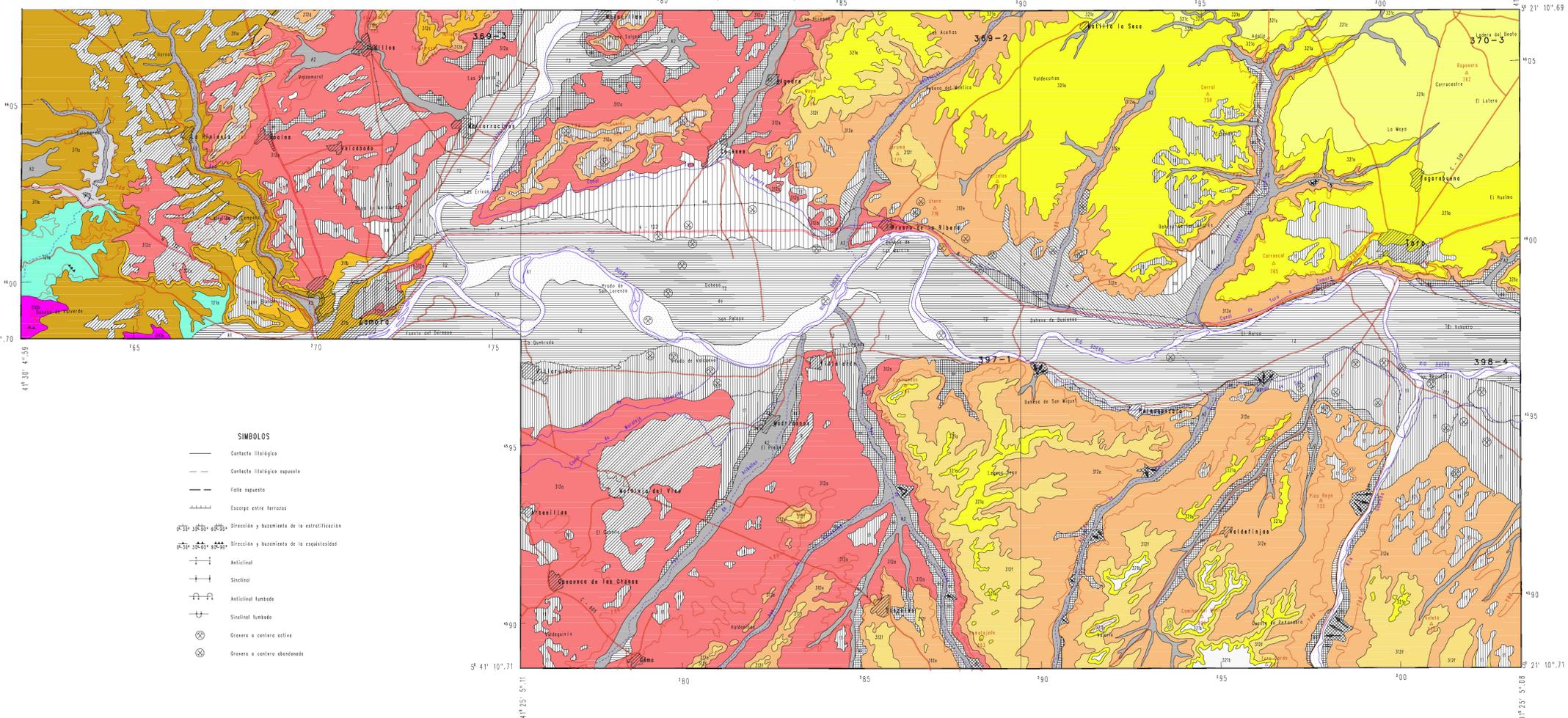


LEYENDA

- Lista de símbolos y descripciones para el esquema geológico, incluyendo unidades de tiempo geológico.

MAPA LITOLÓGICO-ESTRUCTURAL

(ESCALA 1:50.000)



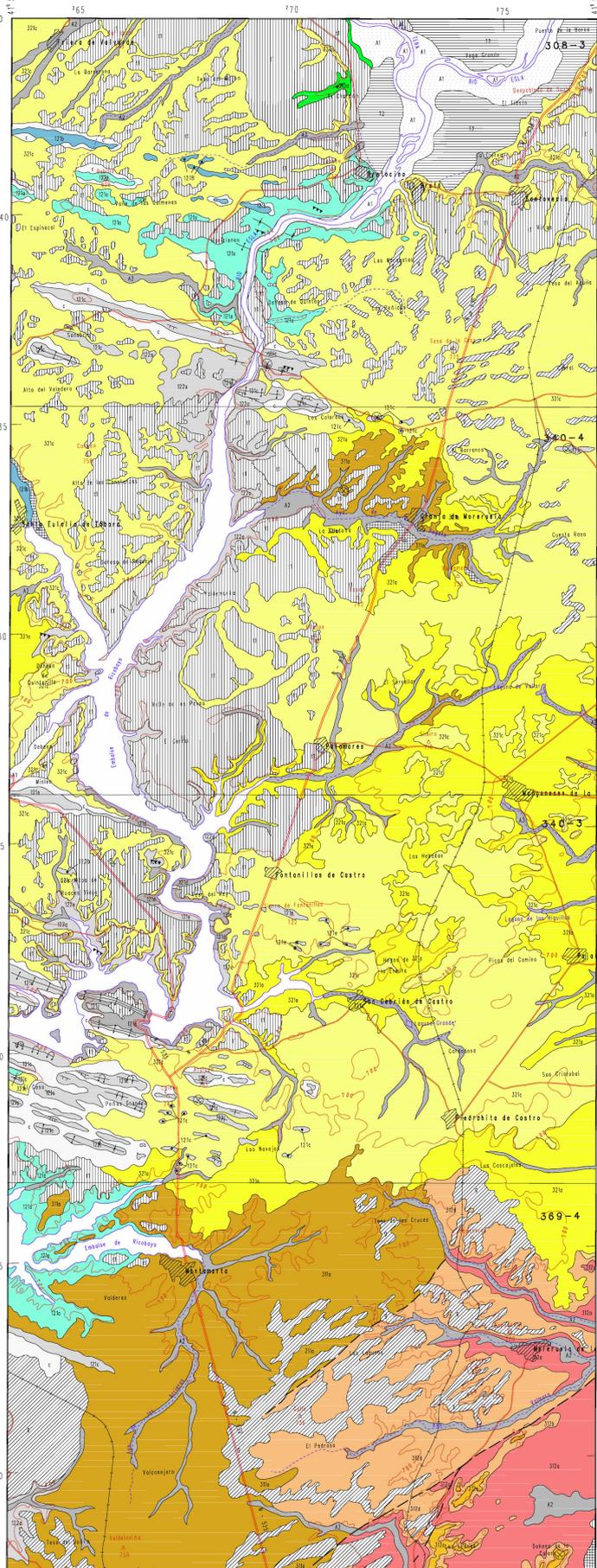
LEYENDA

- Lista de símbolos y descripciones para el mapa litológico-estructural, incluyendo contactos litológicos y fallas.

- Lista de descripciones detalladas para los depósitos recientes y grupos litológicos, como GRUPOS CALCAREOS y GRUPOS ARCILLO-LIMOSOS.

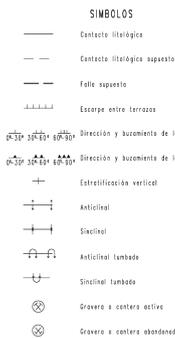
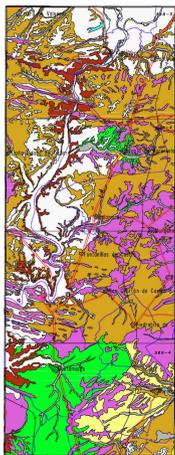
MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL

(ESCALA 1:50.000)



ESQUEMA GEOTECNICO

(ESCALA 1:200.000)



ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

(ESCALA 1:200.000)



- Legend for soil and thin formations map, listing various soil types and geological units with corresponding colors and patterns.

ESQUEMA GEOMORFOLOGICO

(ESCALA 1:200.000)



- Legend for geomorphological map, including symbols for landforms like ridges, valleys, and hills.

ESQUEMA GEOLOGICO

(ESCALA 1:200.000)



- Legend for geological map, listing geological units from Quaternary to Precambrian with corresponding colors.

LEYENDA

- Main legend for the lithological-structural map, detailing various geological units, soil types, and landforms with their respective symbols and colors.

ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA

- Abbreviations used in the legend, such as TA for talud alto, TM for talud medio, and BA for talud bajo.



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