

# Estudio Previo de Terrenos

Itinerario Tordesillas-Zamora  
Tramo: Zamora-Salamanca



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

**97-04**

**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: Zamora-Salamanca



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

# ÍNDICE

	Pág.
<b>1. INTRODUCCION .....</b>	<b>4</b>
<b>2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO.....</b>	<b>7</b>
2.1. CLIMATOLOGIA.....	7
2.2. TOPOGRAFIA .....	9
2.3. GEOMORFOLOGIA.....	9
2.4. ESTRATIGRAFIA .....	13
2.5. TECTONICA .....	15
2.6. SISMICIDAD .....	18
<b>3. ESTUDIO DE ZONAS.....</b>	<b>20</b>
3.1. DIVISIÓN DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO .....	20
3.2. ZONA 1: RELIEVE LLANO Y ALOMADO.....	20
3.2.1. Geomorfología.....	23
3.2.2. Tectónica.....	26
3.2.3. Columna estratigráfica .....	26
3.2.4. Grupos litológicos.....	28
3.2.5. Grupos geotécnicos .....	63
3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona. ....	65
3.3. ZONA 2: RELIEVE MONTUOSO.....	66
3.3.1. Geomorfología.....	66
3.3.2. Tectónica.....	70
3.3.3. Columna estratigráfica .....	73
3.3.4. Grupos litológicos.....	73
3.3.5. Grupos geotécnicos .....	85
3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona. ....	87

## ÍNDICE (cont.)

	Pág.
<b>4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO</b> .....	88
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRÁFICOS.....	88
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLÓGICOS .....	88
4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS .....	89
4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS.....	92
<b>5. INFORMACIÓN SOBRE YACIMIENTOS</b> .....	97
5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO .....	97
5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS.....	97
5.3. YACIMIENTOS GRANULARES .....	98
5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES .....	98
5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE .....	100
<b>6. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA</b> .....	108
<b>7. ANEJOS</b> .....	109
7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS .....	110
7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS.....	114

## 1. INTRODUCCION

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

El Tramo Zamora-Salamanca ocupa una extensión aproximada de 1274 km<sup>2</sup> y se ubica íntegramente en la Comunidad Autónoma de Castilla-León, entre las provincias de Zamora y Salamanca. La Figura 1.1 corresponde al esquema de situación del Tramo.

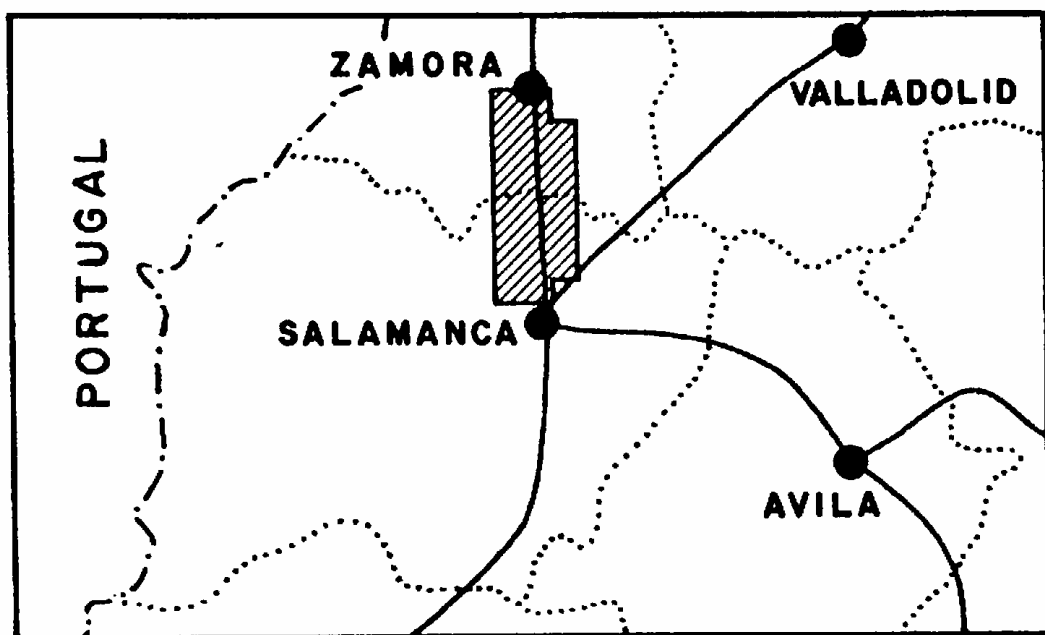


Fig.1.1. Esquema de situación del Tramo

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

Nº	Hoja	Cuadrantes
397	Zamora	2, 3 y 4
425	Villamor de los Escuderos	1, 2, 3 y 4
452	La Vellés	1, 3 y 4

La ejecución del estudio ha precisado del desarrollo de las siguientes fases:

- Recopilación y análisis de la bibliografía existente, tanto geológica como geotécnica, del tramo de estudio o de áreas próximas.

- Estudio fotogeológico sobre fotogramas aéreos a escala aproximada 1:33.000 (vuelo americano), del área de estudio.
- Comprobación del estudio fotogeológico, corrección del mismo y toma de datos en el campo.

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

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

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

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

- Capítulo 1: Introducción.
- Capítulo 2: Recoge las características generales del tramo estudiado.
- Capítulo 3: Se realiza una división del tramo en Zonas de estudio y un análisis pormenorizado, desde los puntos de vista geológico-geotécnico, de las mismas.
- Capítulo 4: En base a los problemas topográficos, geomorfológicos y geotécnicos reconocidos en el tramo, se sugieren aquellos corredores que parecen reunir mejores condiciones para la construcción de vías de comunicación.
- Capítulo 5: Se indican los yacimientos de roca, granulares y de materiales de préstamos, que han sido recopilados durante la ejecución del estudio.
- Capítulo 6: Recoge la bibliografía consultada.
- Capítulo 7: Recoge, mediante dos Anejos, la simbología utilizada en las columnas estratigráficas, y los criterios utilizados en las descripciones geotécnicas.

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

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

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 Luís Antón Vicente  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

D. Antonio Moral Vacas  
Geólogo



## **2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO**

### **2.1. CLIMATOLOGIA**

Con el fin de estudiar las características climáticas generales del Tramo Zamora-Salamanca se han consultado dos estaciones meteorológicas que pertenecen a la red del Instituto Nacional de Meteorología. Se trata de las estaciones meteorológicas de Zamora (Observatorio) y Salamanca (Aeropuerto - fuera del Tramo). Estas estaciones han sido elegidas porque son las únicas que cuentan con un registro lo suficientemente continuo para establecer medidas estadísticas representativas. Con las observaciones de estas estaciones, que abarcan un período de 1909 a 1995, se ha elaborado un Cuadro-Resumen que recoge, en conjunto, las características termo-pluviométricas del Tramo (Figura 2.1).

Según los datos aportados por dichas estaciones meteorológicas, el Tramo Zamora-Salamanca tiene una pluviometría media anual de 353,0 mm, cantidad bastante inferior a la media nacional. Estas precipitaciones se producen en un promedio de 105,9 días lluviosos anuales. Durante el año hay un período de precipitaciones relativamente abundantes entre Septiembre y Junio, con unos máximos en los meses de Octubre, Diciembre, Enero y Mayo; y otro de precipitaciones escasas correspondiente a los meses de Julio y Agosto.

Las precipitaciones en forma de nieve, se producen a lo largo del año en un promedio de 6,6 días, llegando a cubrir el suelo únicamente en 3,8 jornadas.

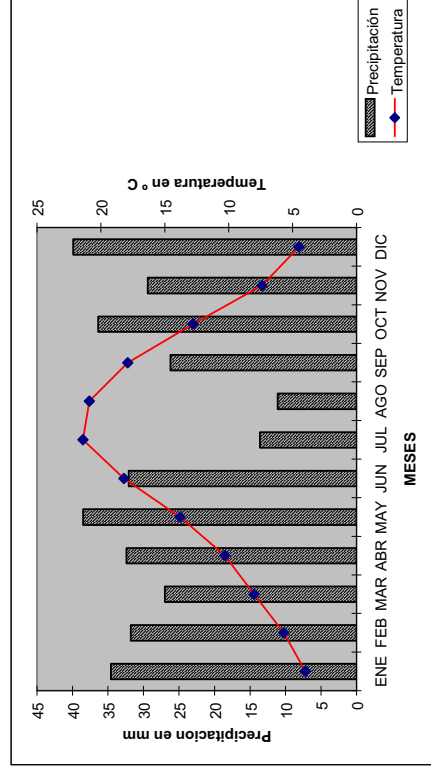
Las tormentas se producen en un promedio de 12,6 días al año, habiéndose registrado granizo en una media de 3,1. Estas tormentas se producen sobre todo durante el período estival, comprendido entre los meses de Junio y Septiembre. El valor más alto aparece en el mes de Junio.

Las nieblas, abundantes, aparecen en un promedio anual de 27,8 días y se forman especialmente entre los meses de Octubre y Febrero.

El rocío y la escarcha se dan durante 16,6 y 28,8 días, respectivamente, y se reparten de una forma más abundante entre los meses Octubre a Marzo.

Las temperaturas tienen un mínimo invernal en Febrero, con un valor extremo  $-14,9^{\circ}\text{C}$ , y un máximo estival, en Julio, de  $39,5^{\circ}\text{C}$ . Sin embargo, el mes más frío corresponde a Enero, que tiene un promedio de temperaturas mínimas de  $0^{\circ}\text{C}$  y una media de máximas de 8o. El mes más caluroso es Julio. Tiene una temperatura mínima media de  $13,3^{\circ}\text{C}$  y una máxima promedio de  $29,5^{\circ}\text{C}$ .

PRECIPITACION EN mm				Nº DE DIAS DE										TEMPERATURA (° C)					
MES	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA EN 24 HORAS	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCAR-CHA	NIEVE EN EL SUELO	EXTREMAS		OSCILACIONES		VALORES MEDIOS			
												MAXIMA	MINIMA	EXTREMA	MEDIA	MAXIMA	MINIMA	MENSUAL	
ENERO	34,6	132,2	37,7	10,7	1,6	0,2	0,1	5,1	0,7	8,0	1,2	17,2	-13,2	30,4	8,0	8,0	0,0	4,0	
FEBRERO	31,8	110,8	31,6	10,0	1,7	0,3	0,3	3,1	1,2	5,2	1,1	22,3	-14,9	37,2	9,7	10,5	0,8	5,7	
MARZO	27,0	97,0	24,4	10,0	1,2	0,4	0,2	1,8	2,3	3,1	0,6	26,1	-7,4	33,4	11,4	13,6	2,2	8,0	
ABRIL	32,4	86,4	32,2	11,3	0,4	0,7	1,0	1,2	1,7	0,8	0,0	28,9	-4,8	33,7	12,0	16,2	4,2	10,3	
MAYO	38,5	107,2	34,7	11,3	0,1	0,5	2,0	0,6	1,2	0,1	0,0	33,7	-2,1	35,8	13,0	20,3	7,4	13,8	
JUNIO	32,1	100,3	53,9	8,3	0,0	0,2	3,1	0,4	0,8	0,0	0,0	38,0	2,2	35,8	14,6	25,5	10,9	18,2	
JULIO	13,6	95,2	29,7	4,0	0,0	0,2	2,4	0,2	0,3	0,0	0,0	39,5	5,2	34,4	16,2	29,5	13,3	21,4	
AGOSTO	11,1	55,6	31,5	3,8	0,0	0,1	1,5	0,3	0,3	0,0	0,0	38,7	4,9	33,8	15,9	28,8	12,9	20,9	
SEPTIEMBRE	26,2	112,9	38,6	7,0	0,0	0,1	1,6	0,7	1,3	0,0	0,0	37,6	0,8	36,8	14,1	24,8	10,7	17,9	
OCTUBRE	36,4	108,6	47,9	10,6	0,0	0,1	0,3	3,1	3,7	0,6	0,0	30,4	-4,5	34,8	12,0	18,8	6,8	12,8	
NOVIEMBRE	29,4	188,9	39,3	10,9	0,5	0,2	0,0	6,9	1,9	5,2	0,5	22,9	-7,3	30,2	9,6	12,2	2,6	7,4	
DICIEMBRE	39,9	193,0	49,8	8,0	1,1	0,1	0,1	4,4	1,2	5,8	0,4	19,3	-10,3	29,6	7,7	8,4	0,6	4,5	
ANUAL	353,0	193,0	53,9	105,9	6,6	3,1	12,6	27,8	16,6	28,8	3,8	395	-14,9	54,4	12,0	18,1	6,0	12,1	



**FIGURA 2.1. CUADRO RESUMEN DE PRECIPITACIÓN Y DE TEMPERATURA DEL TRAMO ZAMORA-SALAMANCA Y GRÁFICO ESQUEMÁTICO DE DICHSOS PARÁMETROS**

La pluviometría y las temperaturas del Tramo Zamora-Salamanca obtenidas de las estaciones meteorológicas elegidas reflejan que el clima del mismo es continental, presentando veranos muy secos y cálidos, e inviernos muy fríos y con precipitaciones escasas.

## **2.2. TOPOGRAFIA**

El Tramo Zamora-Salamanca está situado en el borde occidental de la Cuenca del Duero, y se extiende, de Norte a Sur, desde los 41º 30'04" hasta los 41º 00'04", de latitud N.

El Tramo puede considerarse como una altiplanicie desarrollada en su mayor parte entre las cotas de 600 m y 950 m, cuya altura media es del orden de 800 m sobre el nivel del mar, y que debe generalmente sus desniveles a la presencia de valles fluviales, cuyos ríos principales drenan el sector de Este a Oeste, y de Norte a Sur, la red fluvial secundaria. Estos valles tienen una anchura que varía entre 250 m y 1000 m, y forman unas diferencias de cotas comprendidas entre 20 m y 60 m. Los ríos Duero y Tormes, forman los principales valles fluviales. Los arroyos de San Cristóbal, de la Rinconada, de Valparaíso, Montoya, de Jambrina y la Ribera de Campeán, forman, entre otros, los cursos fluviales más importantes de la red secundaria. Los cerros Bandeleras (943 m), Sacatiras, (931), Henar (926), Alcornocal (926) y Cabeza Roya (923) son algunas de las principales elevaciones de la región.

Las Figuras 2.2 y 2.3 muestran respectivamente dos perfiles topográficos, que recogen algunos de los desniveles presentes en el Tramo, y la planta de situación de los mismos.

## **2.3. GEOMORFOLOGIA**

Desde el punto de vista morfológico, el Tramo Zamora-Salamanca puede ser dividido en dos Zonas diferenciadas, por presentar características propias. Estas Zonas son:

### **Zona de relieve llano y alomado**

Esta Zona ocupa la mayor parte del Tramo y está compuesta litológicamente por depósitos terciarios y cuaternarios. Estos materiales son relativamente blandos y están escasamente tectonizados, por lo que mantienen una estructura horizontal. Forman amplias plataformas, localmente escalonadas, en las que destacan pequeñas elevaciones redondeadas, que al unirse entre sí, constituyen el relieve alomado que caracteriza a esta Zona. Estas lomas se encuentran separadas por vaguadas, que al estar poco encajadas, son amplias y de vertientes muy suaves, y que en ocasiones tienen un carácter semien-dorreico.

La red de drenaje es de tipo dendrítico, y las vegas de los ríos principales de dicha red son llanuras deprimidas, cuya extensión depende de la importancia del curso fluvial que las ha formado.

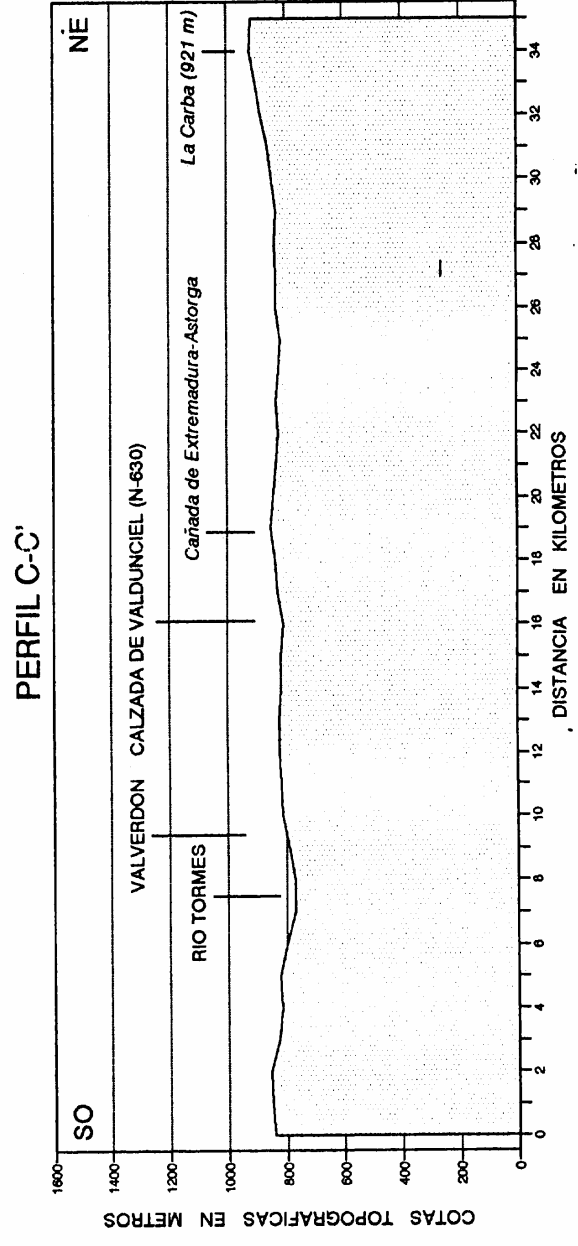
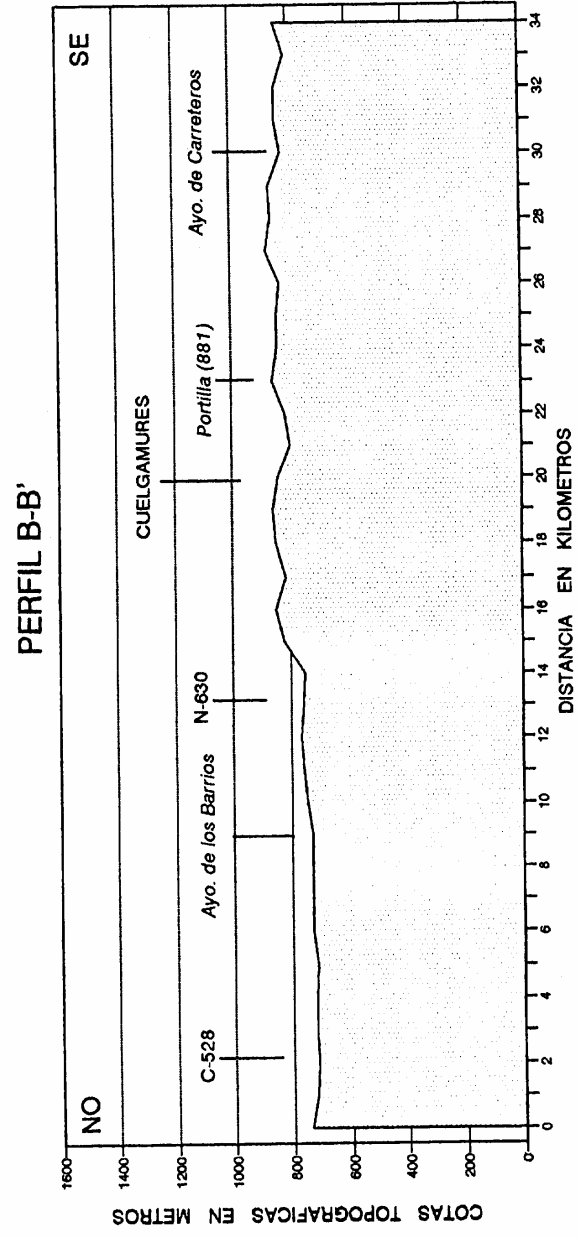
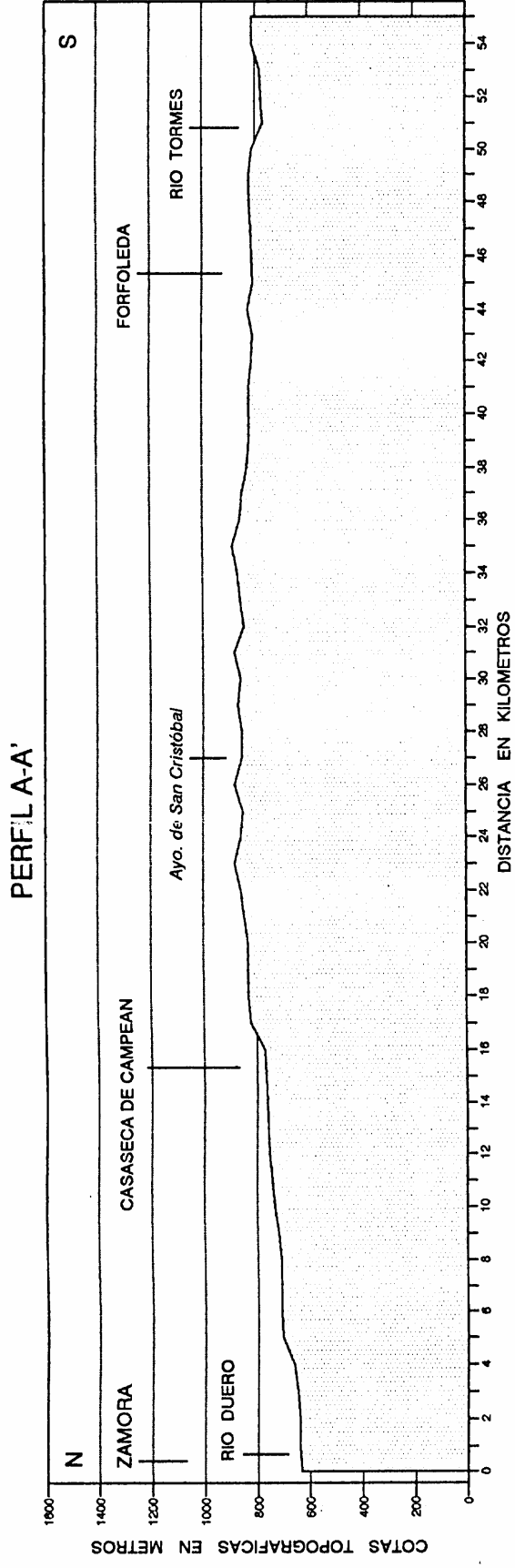


FIGURA 2.2. PERFILES TOPOGRÁFICOS REPRESENTATIVOS DEL TRAMO.

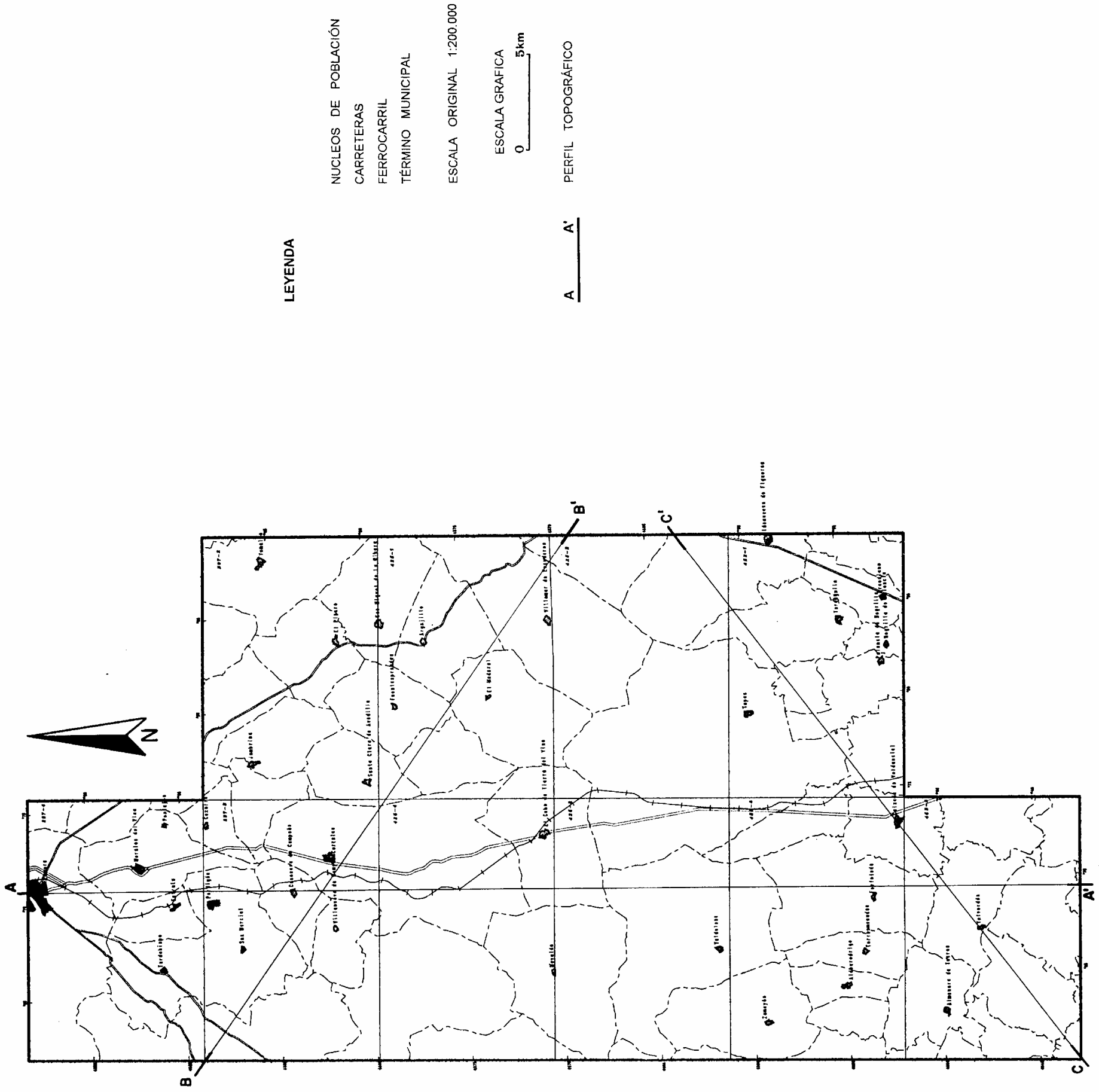


FIGURA 2.3. PLANTA DE SITUACIÓN DE LOS PERFILES TOPOGRÁFICOS REALIZADOS EN EL TRAMO

La evolución de los relieves de esta Zona se realiza mediante dos procesos. En primer lugar, se produce una meteorización química en los materiales y se forman suelos residuales flojos y poco resistentes. En segundo lugar, se produce la erosión de esos recubrimientos por las aguas de arroyada que discurren por las vertientes, y se van removilizando los materiales. En los ríos principales y permanentes, la erosión es ejercida de una forma continua en las márgenes derechas, y es la causante de la divagación de los mismos.

### **Zona de relieve montuoso**

Esta Zona, de escasa extensión, aparece únicamente en el borde occidental del Tramo, en dos sectores separados entre sí por áreas pertenecientes a la Zona 1, de relieve alomado. Litológicamente está compuesta por rocas graníticas, hercínicas, y rocas metamórficas de edad precámbrica y paleozoica. En las rocas graníticas, que son las más abundantes, se desarrollan "tors" e "inselbergs", y se forman los típicos berrocales de bloques redondeados. Estos berrocales alternan con áreas en donde las rocas sanas se encuentran recubiertas por un manto de alteración ("jabres graníticos"), por lo que manifiestan una morfología más suave. Las rocas metamórficas, de naturaleza pizarrosa o esquistosa, también se encuentran generalmente muy alteradas, por lo que se recubren con sus propios suelos residuales, y forman montes con laderas suaves y regularizadas.

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

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

La meteorización química ataca especialmente a las rocas metamórficas más fisibles (pizarras y esquistos), así como a ciertos tipos de granitos de texturas macrogranudas. El resultado es el desarrollo de un horizonte de alteración, más o menos superficial, que recubre y suaviza lo agreste del relieve.

La erosión fluvial, y por aguas de arroyada, se encarga de ir retirando los depósitos originados mediante los procesos anteriores. Estos son depositados por los ríos, más tarde, en las áreas de menor gradiente topográfico. La gran erosión con que actúan estos ríos queda patente por el encajamiento de la red fluvial en esta Zona, de relieve montuoso.

La Figura 2.4 es un esquema de la distribución en el Tramo de las dos Zonas geomorfológicas contempladas.

## **2.4. ESTRATIGRAFIA**

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

Las rocas más antiguas que aparecen en el Tramo son las pertenecientes al Precámbrico, y están representadas por una serie metamórfica, de grado alto y medio, compuesta por gneises y esquistos con gneises microconglomeráticos.

El siguiente período, el Cámbrico, está formado por rocas metamórficas de grado medio, y aparece representado en el Tramo por esquistos con granates y cuarcitas.

El siguiente período de tiempo está representado por los depósitos terciarios continentales del Paleoceno. Se apoyan en discordancia sobre las rocas mencionadas anteriormente y van rellenando progresivamente la cuenca de sedimentación, creada durante la fracturación probablemente alpina. Son sedimentos detríticos, de carácter arenoso y conglomerático, generalmente cementados, y que muestran frecuentes cambios laterales de facies, así como múltiples superficies de erosión.

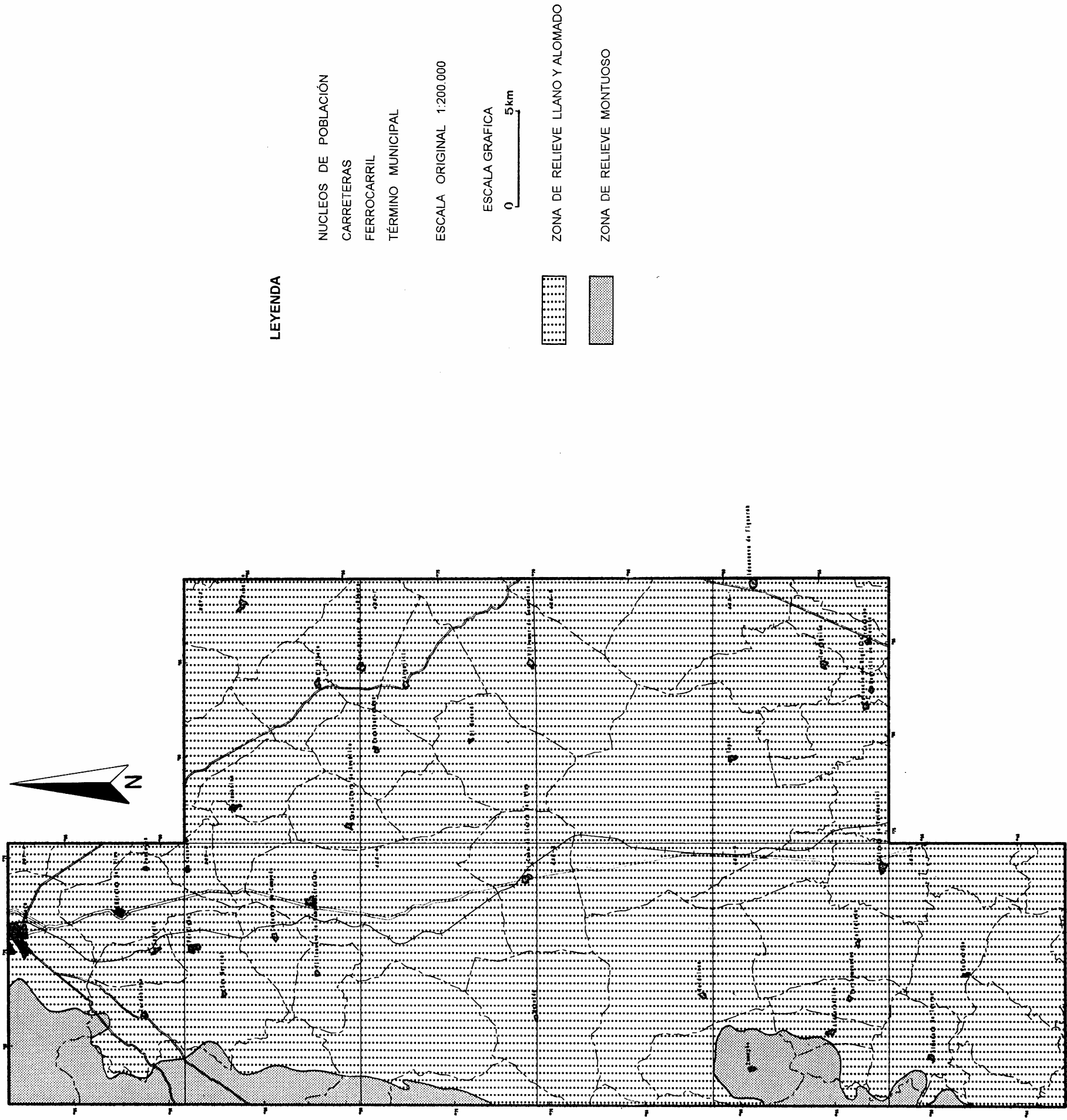


FIGURA 2.4. ESQUEMA DE LA DISTRIBUCIÓN DEL TRAMO EN ZONAS GEOMORFOLÓGICAS.



Durante el Eoceno continúa la sedimentación detrítica continental y se forman gruesos paquetes de arenas, areniscas y conglomerados, con intercalaciones de episodios arcillosos, margosos y limolíticos.











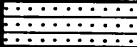










En el Oligoceno aumenta el contenido arenoso de los sedimentos, caracterizándose por la abundante presencia arcósica, poco cementada, entre los niveles de conglomerados. Al final de este período se producen costras carbonatadas que corresponden a épocas de sequía.

Los depósitos cuaternarios están representados por las formaciones superficiales aluviales y de terraza (arenas, limos y gravas), coluviales y de glacis (cantos con matriz arenosa y limo-arenosa), eluviales (silcretas) y de abanicos aluviales y conos de deyección (arenas y limos).

La Figura 2.5 muestra esquemáticamente la columna estratigráfica general del Tramo.

## **2.5. TECTONICA**

En el Tramo estudiado aparecen dos dominios bien diferenciados, que pertenecen a dos regiones geoestructurales distintas de la Península Ibérica. Por una parte, el formado por las rocas precámbricas, paleozoicas y graníticas, pertenecientes al basamento hercínico del Macizo Ibérico. Por otra parte, el formado por los materiales terciarios y cuaternarios, continentales, que se encuentran rellenando la denominada "Fosa del Duero".

<b>COLUMNA ESTRATIGRAFICA</b>			
<b>COLUMNA LITOLOGICA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>EDAD</b>	<b>GRUPO LITOLOGICO</b>
	<b>ALUVIAL</b> : ARENAS Y LIMOS CON GRAVAS	CUATERNARIO	A
	<b>TERRAZA</b> : ARENAS, LIMOS Y GRAVAS.		T
	<b>CONOS DE DEYECCION Y ABANICOS ALUVIALES</b> : ARENAS Y LIMOS		D
	<b>ELUVIAL</b> : SILCRETAS		V
	<b>GLACIS</b> : GRAVAS CUARCITICAS Y ARENAS ARCILLOSAS		G
	<b>COLUVIAL</b> : ARENAS Y LIMOS CON CANTOS		C
-----			
	CONGLOMERADOS Y NIVELES TRAVERTINIZADOS	MIOCENO	321
	COSTRAS CARBONATADAS	OLIGOCENO	313c
	CONGLOMERADOS Y ARENAS ARCOSICAS OCRES		313b
	ARENAS ARCOSICAS Y CONGLOMERADOS		313a
	ARENISCAS Y LUTITAS		312d
	ARENISCAS Y CONGLOMERADOS CON CEMENTO CARBONATADO	EOCENO	312c
	CONGLOMERADOS, ARENAS ARCOSICAS Y ARCILLAS SUBARCOSICAS		312b
	LIMOLITAS Y MARGAS		312a
	ARENISCAS SILICEAS Y CONGLOMERADOS	PALEOCENO	311b
	ARENISCAS Y CONGLOMERADOS		311a
-----			
	ESQUISTOS Y CUARCITAS	CAMBRICO INFERIOR	111b
	ESQUISTOS CON GRANATES		111a
	ESQUISTOS Y GNEISES MICROGLANDULARES	PRECAMBRICO	010b
	GNEISES		010a
-----			
	GRANITOS	HERCINICOS	001

**FIGURA 2.5. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERAL DEL TRAMO**

La incidencia de estas dos unidades geotectónicas en el Tramo condiciona los rasgos estructurales generales del mismo.

Los materiales que conforman el basamento se hallan muy deformados por los movimientos hercínicos. Por el contrario, sólo algunas de las formaciones adscritas a la Fosa del Duero muestran algunas fracturaciones, que están producidas por reajustes tardíos en las fallas del basamento.

La tectónica hercínica se desarrolla en tres fases sucesivas que imprimen en los materiales paleozoicos los siguientes rasgos estructurales:

La primera fase genera grandes pliegues isoclinales de escala kilométrica, vergentes al SO, y una esquistosidad de flujo, subparalela a la estratificación. También se producen pliegues menores, aunque de una forma escasa. En esta fase se transforman los materiales, por la acción de un metamorfismo regional, de grado medio.

La segunda fase provoca la aparición de pliegues de plano axial subvertical, con una ligera vergencia al SO, que van acompañados por una esquistosidad de crenulación, desarrollada especialmente en los niveles menos competentes. Esta esquistosidad puede ser localmente de fractura, en aquellas zonas en donde los esfuerzos han ocasionado fallas inversas. La superposición de esta esquistosidad con la desarrollada durante la primera fase genera una lineación que es vergente al NO.

Con posterioridad a esta segunda fase se emplazan las rocas graníticas que forman los afloramientos de estas rocas ígneas presentes en el Tramo.

La tercera fase no produce esquistosidad; sólo genera unos pliegues poco apretados, de plano axial subvertical, que alabea los planos de esquistosidad de las fases anteriores.

Posteriormente, y durante la etapa de movimientos alpinos en la Península Ibérica, el área funciona como un basamento más o menos rígido, reactivándose antiguas fracturas y originándose otras nuevas, las cuales condicionan la forma de las cuencas terciarias, y probablemente estén en relación con la geometría de la red fluvial actual.

## 2.6. SISMICIDAD

La Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-94 (B.O.E. de 8 de Febrero de 1995, núm. 33), sustituye a la anterior Norma Sismorresistente P.D.S.-1 de 1974. Establece la siguiente clasificación de las construcciones (Aptdo. 1.2.2):

- 1) De moderada importancia
- 2) De normal importancia
- 3) De especial importancia

La nueva Norma incorpora el concepto de aceleración sísmica básica,  $a_b$ , como un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un período de retorno de quinientos años. La distribución de los distintos valores de este parámetro por el territorio nacional establece el Mapa de Peligrosidad Sísmica de la Figura 2.6. Este Mapa suministra, para cada punto del territorio, y expresada en relación al valor de la gravedad, la aceleración sísmica básica, así como los valores del coeficiente de contribución,  $K$  (definido en la Norma NCSE-94, apartado 2.3).

El segundo concepto a tener en cuenta para la aplicación de esta Norma Sismorresistente es la aceleración sísmica de cálculo,  $a_c$ , que se define como el producto:

$$a_c = \Gamma \cdot a_b$$

donde:

$a_b$ : es la aceleración sísmica básica

$\Gamma$ : es un coeficiente adimensional de riesgo, cuyo valor, en función del período de vida en años,  $t$ , para el que se proyecta la construcción, puede ser de 1 (para  $t \geq 50$  años, en construcciones de normal importancia) o de 1,30 (para  $t \geq 100$  años, en construcciones de especial importancia).

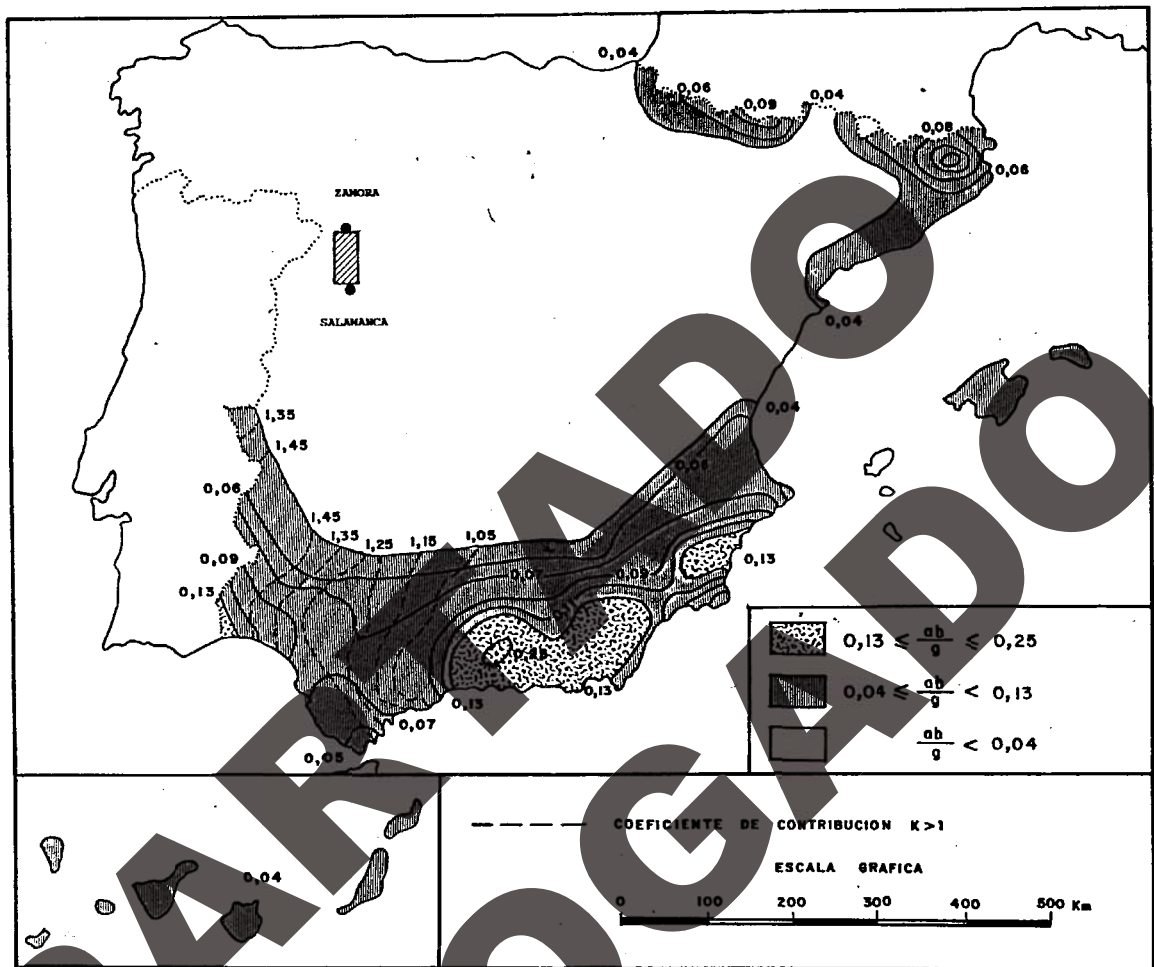


Figura 2.6. Mapa de Peligrosidad Sísmica de la Península Ibérica.

Como puede apreciarse en el Mapa de Peligrosidad Sísmica de la Figura 2.6, el Tramo Zamora-Salamanca se extiende en su totalidad por la zona de actividad sísmica baja ( $< 0,04g$ ), por lo que, de acuerdo con esta Norma, y según su epígrafe 1.2.3, no es obligatoria la aplicación de la misma:

- En las construcciones de moderada importancia.
- En las demás construcciones, ya que la aceleración sísmica de cálculo  $a_c$  es inferior a  $0,06g$ , siendo  $g$  la aceleración de la gravedad.

### 3. ESTUDIO DE ZONAS

#### 3.1. DIVISIÓN DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

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

En la Figura 3.1 se encuentra representada la distribución de las distintas Zonas en que ha sido dividido el Tramo de Estudio. Son las siguientes:

Zona 1: Relieve llano y alomado.

Zona 2: Relieve montuoso.

#### 3.2. ZONA 1: RELIEVE LLANO Y ALOMADO

La Zona 1 se extiende por la mayor parte del Tramo (Figura 3.2), y ocupa total o parcialmente las hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1:50.000, siguientes:

Nº	Hoja	Cuadrantes
397	Zamora	2, 3 y 4
425	Villamor de los Escuderos	1, 2, 3 y 4
452	La Vellés	1, 3 y 4

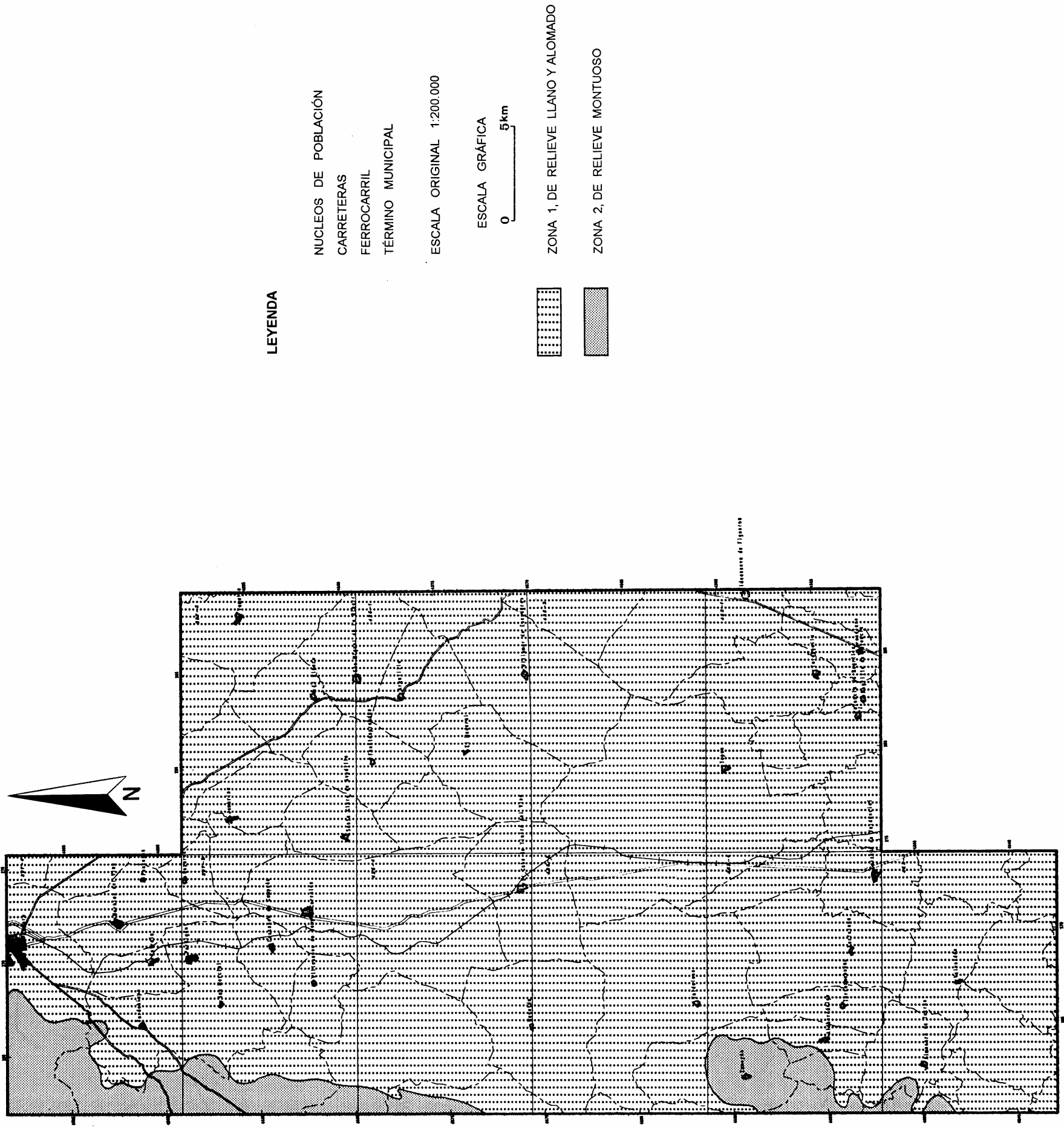
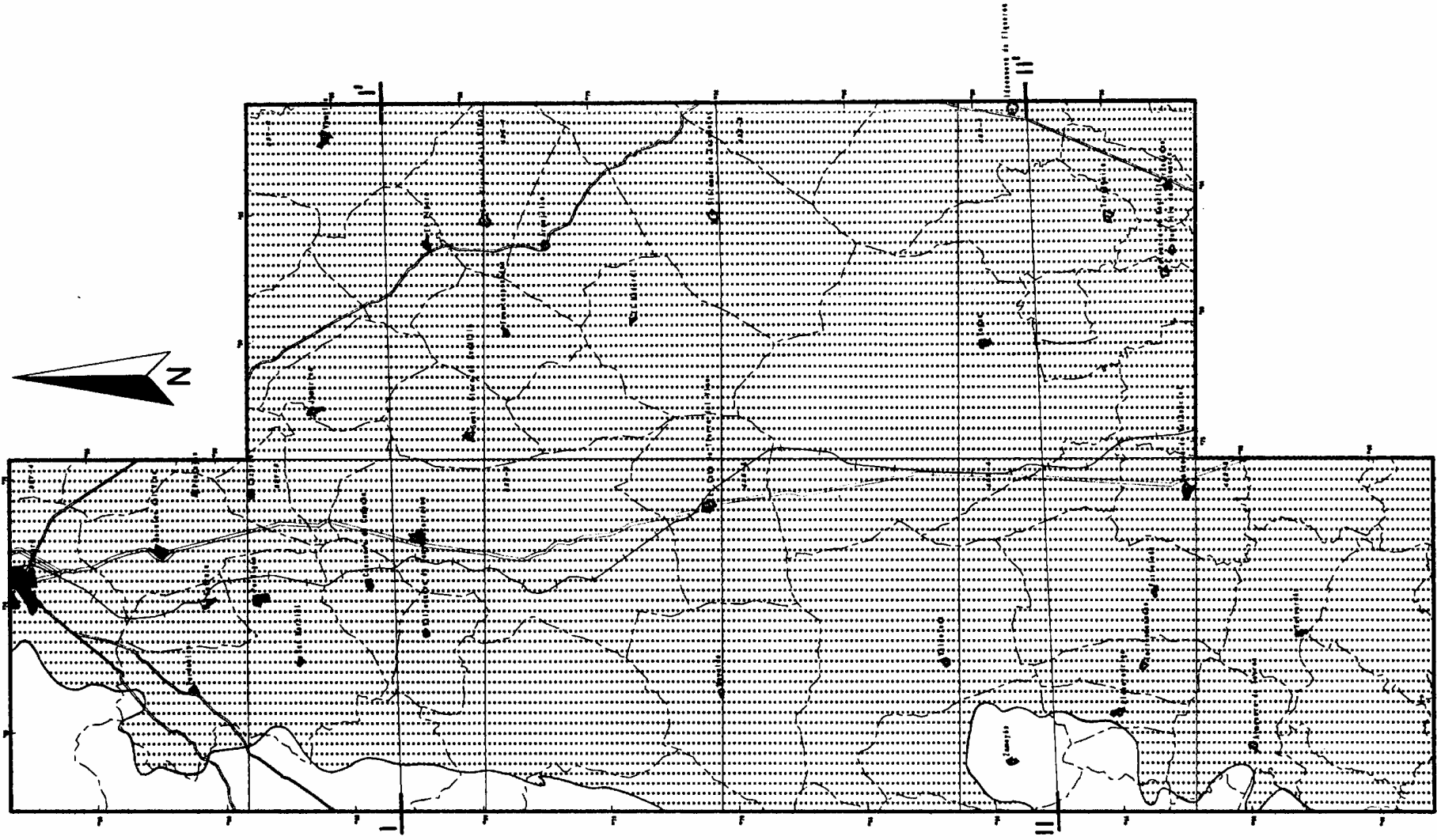


FIGURA 3.1 DIVISIÓN DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO.



LEYENDA

NUCLEOS DE POBLACIÓN  
 CARRETERAS  
 FERROCARRIL  
 TÉRMINO MUNICIPAL

ESCALA ORIGINAL 1:200.000

ESCALA GRÁFICA  
 0 5km

ZONA 1

II II'

CORTE GEOLÓGICO

FIGURA 3.2. ESQUEMA DE SITUACIÓN DE LA ZONA, Y DE DOS CORTES GEOLÓGICOS ESQUEMÁTICOS REALIZADOS EN LA MISMA.



### 3.2.1. Geomorfología

La Zona 1 forma parte de una cuenca de sedimentación que ha sido rellenada por materiales detríticos, procedentes de la erosión parcial de los relieves limítrofes, que forman parte del basamento hercínico de la Zona Centroibérica del Macizo Hespérico. Estos sedimentos tienen un carácter generalmente atectónico y se disponen con estructuras horizontales a subhorizontales. La unión de estas características (materiales detríticos dispuestos horizontalmente) determina el aspecto geomorfológico de la Zona 1.

Se trata de una altiplanicie formada por la asociación de plataformas escalonadas que se articulan por medio de escarpes de escasa entidad, más o menos degradados por la erosión, en función de su antigüedad. Estos escarpes corresponden a antiguos valles fluviales, que se han ido ensanchando a causa de la divagación de los ríos. Dentro de estas plataformas existe un buen número de pequeñas elevaciones redondeadas, que han sido formadas por la erosión de las aguas de arroyada y la ejercida por pequeños arroyos de carácter no permanente. Estas colinas se pueden encontrar aisladas, en cuyo caso están limitadas por pequeñas vaguadas de vertientes muy suaves, o pueden estar unidas entre sí, formando lomas de longitudes variables (entre centenares de metros y pocos kilómetros). Estos relieves alineados constituyen interfluvios redondeados y de laderas muy suaves, que sirven de límite, en la mayoría de los casos, a pequeñas subcuencas que reciben el agua de precipitación y las canalizan hacia los principales cursos fluviales. Muchas veces el gradiente topográfico de estas subcuencas es pequeño y la escorrentía discurre con dificultad, formándose cubetas de carácter endorreico, o semiendorreico, que permanecen estacionalmente encharcadas. Las lagunas de Arriba y de Borrego, en las proximidades de la localidad de Castellanos de Villiquera (Hoja 452-3), Grande, El Galgo, Nueva y Lengua, en las cercanías de la población de Arcediano (Hoja 452-1), y las charcas de Los Labajos, de Valdebotija y de Valderresmusgón, en las inmediaciones de Forfoleda (Hoja 452-3), son, entre muchos otros, algunos ejemplos característicos de estos fenómenos endorreicos.

Aunque el relieve alomado es el más característico de esta Zona 1, es frecuente encontrar áreas deprimidas, totalmente llanas, que tienen una gran extensión y que forman las vegas de alguno de los principales ríos que drenan el Tramo. Tal es el caso de las depresiones formadas por los ríos Duero, y sus afluentes La Ribera de Campeán y los Arroyos de Valparaiso, Jambrina y Montoya, en la mitad septentrional del Tramo. En la mitad meridional es el Tormes, junto a sus afluentes los Arroyos de la Rinconada y de San Cristóbal, los que forman las principales zonas de vega. Estas llanuras imponen una cierta dificultad a la escorrentía y se inundan cuando las precipitaciones son máximas.

La red de drenaje desarrollada en esta Zona 1 es de tipo dendrítico, como corresponde a materiales detríticos con estructura horizontal. Un aspecto que llama la atención, en primer lugar, es la asimetría de los valles fluviales principales, que muestran la zona llana más extensa en la margen izquierda, y el área inclinada, en la derecha. La primera está producida por los depósitos de terraza y de llanura aluvial, sedimentados por algunos de los ríos, y la segunda, por los relieves de materiales terciarios que están siendo excavados por ellos. Este hecho pone de manifiesto la importancia de la erosión fluvial en los actuales cauces de agua de esta Zona. Esta erosión se produce fundamentalmente en las márgenes derechas de los cauces, arrastrando primero los materiales más sueltos (de glaciares y los producidos mediante meteorización química), y después atacando la propia formación sedimentaria. En las márgenes contrarias se desarrolla el proceso de sedimentación y se crea un relieve de menor pendiente. Mediante estos fenómenos se origina la divagación de los ríos, que es la causante de la gran amplitud y suavidad de los valles presentes en la Zona 1.

La Figura 3.3 corresponde a una vista panorámica de un sector de la Zona 1.



**FIGURA 3.3. ASPECTO DEL RELIEVE ALOMADO, CARACTERÍSTICO DE LA ZONA 1.**

### **3.2.2. Tectónica**

La totalidad de la extensión de la Zona 1 pertenece a la Cuenca del Duero. Se trata de una fosa tectónica de grandes dimensiones, formada por los movimientos diferenciales de bloques del basamento cristalino, hercínico, fallados o reactivados durante una fase de fracturación tardihercínica o por las deformaciones de la Orogenia Alpina peninsular.

La formación de la fosa, y consecuentemente la elevación de los relieves hercínicos de la Zona Centroibérica, que la limitan por el Oeste y Sur, comienza a finales del período Cretácico y permanece hasta tiempos del Paleógeno inferior. La Zona 1 del Tramo Zamora-Salamanca corresponde a una porción del borde occidental de dicha fosa, la cual se ha ido rellenando progresivamente por los detritos procedentes de la erosión de las áreas marginales elevadas, en un régimen tectónico tranquilo, por lo que los materiales se disponen con estructura horizontal. No obstante, la presencia de alguna fractura afectando a materiales terciarios indica al menos la existencia de inestabilidades corticales tardías. Además, el hecho de que los ríos más caudalosos del Tramo hayan formado valles asimétricos puede ser debido a un basculamiento regional hacia el Norte del basamento formado por el Macizo Ibérico.

La Figura 3.4 corresponde a los cortes geológicos esquemáticos que se han realizado en la Zona 1.

### **3.2.3. Columna estratigráfica**

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

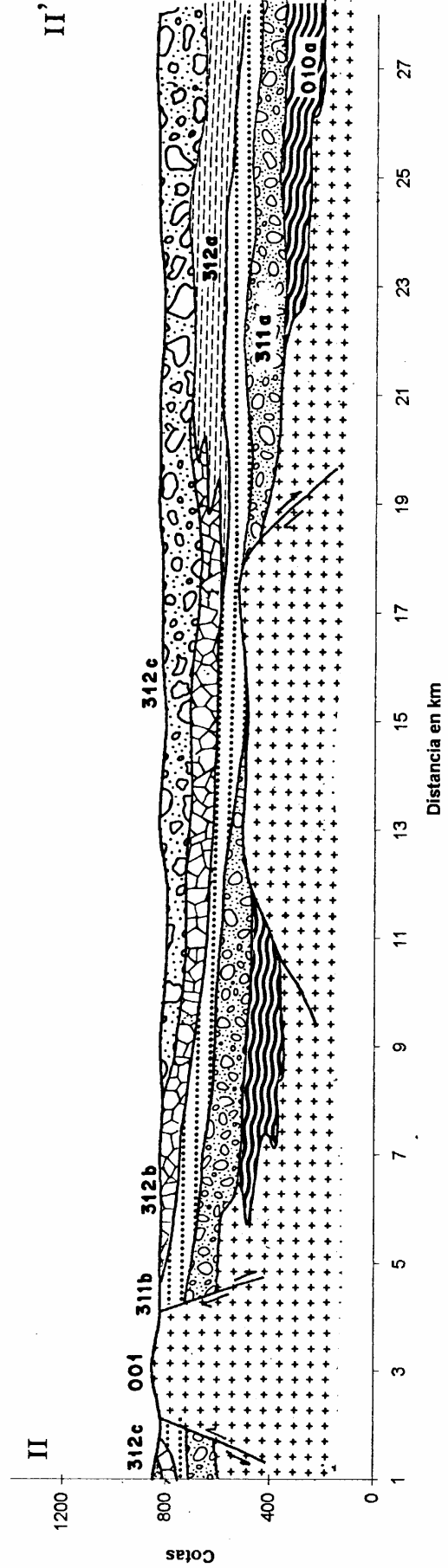
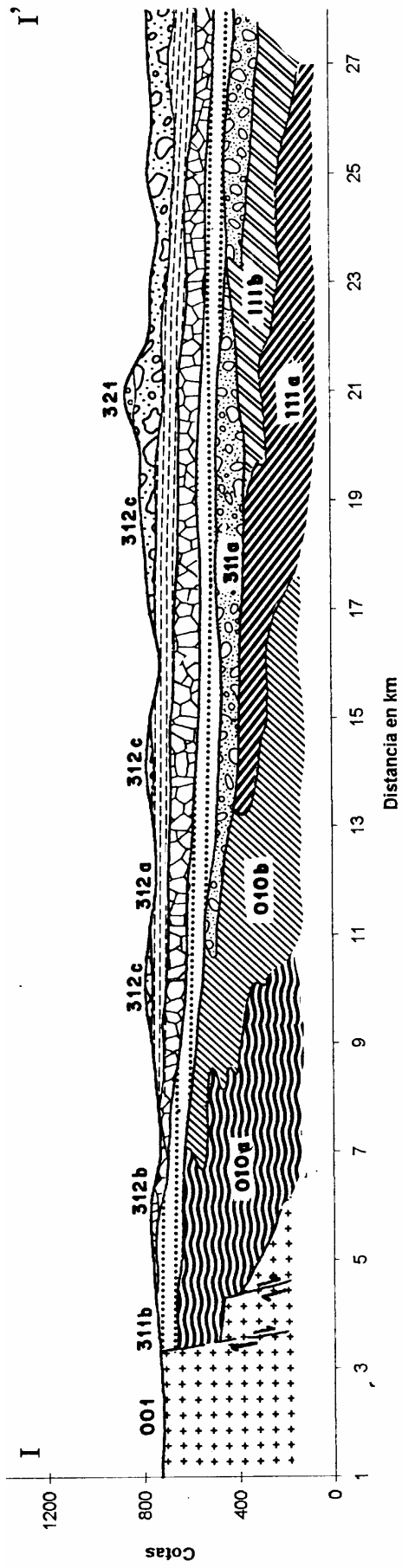


FIGURA 3.4 CORTES GEOLÓGICOS ESQUEMÁTICOS DE LA ZONA 1

COLUMNA ESTRATIGRAFICA				
COLUMNA LITOLOGICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	ALUVIAL: ARENAS Y LIMOS CON GRAVAS	CUATERNARIO	A	GT6
	TERRAZA: ARENAS, LIMOS Y GRAVAS		T	
	CONOS DE DEYECCION Y ABANICOS ALUVIALES: ARENAS Y LIMOS		D	
	ELUVIAL: SILCRETAS		V	GT4
	GLACIS: GRAVAS CUARCITICAS Y ARENAS ARCILLOSAS		G	GT6
	COLUVIAL: ARENAS Y LIMOS CON CANTOS		C	
MIOCENO				
	CONGLOMERADOS Y NIVELES TRAVERTINIZADOS	MIOCENO	321	GT3
	COSTRAS CARBONATADAS	OLIGOCENO	313c	
	CONGLOMERADOS Y ARENAS ARCOSICAS OCRES		313b	
	ARENAS ARCOSICAS Y CONGLOMERADOS		313a	
	ARENISCAS Y LUTITAS	EOCENO	312d	
	ARENISCAS Y CONGLOMERADOS CON CEMENTO CARBONATADO		312c	
	CONGLOMERADOS, ARENAS ARCOSICAS Y ARCILLAS SUBARCOSICAS		312b	
	LIMOLITAS Y MARGAS		312a	
	ARENISCAS SILICEAS Y CONGLOMERADOS	PALEOCENO	311b	
	ARENISCAS Y CONGLOMERADOS		311a	GT3

Figura 3.5. Columna estratigráfica de la Zona 1.

### 3.2.4. Grupos litológicos

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

ALUVIAL. ARENAS Y LIMOS CON GRAVAS, (A)

- Litología

A esta formación pertenecen los depósitos del cauce actual de los ríos y los de las llanuras de inundación. Dichos depósitos están compuestos por arenas, limos y gravas.

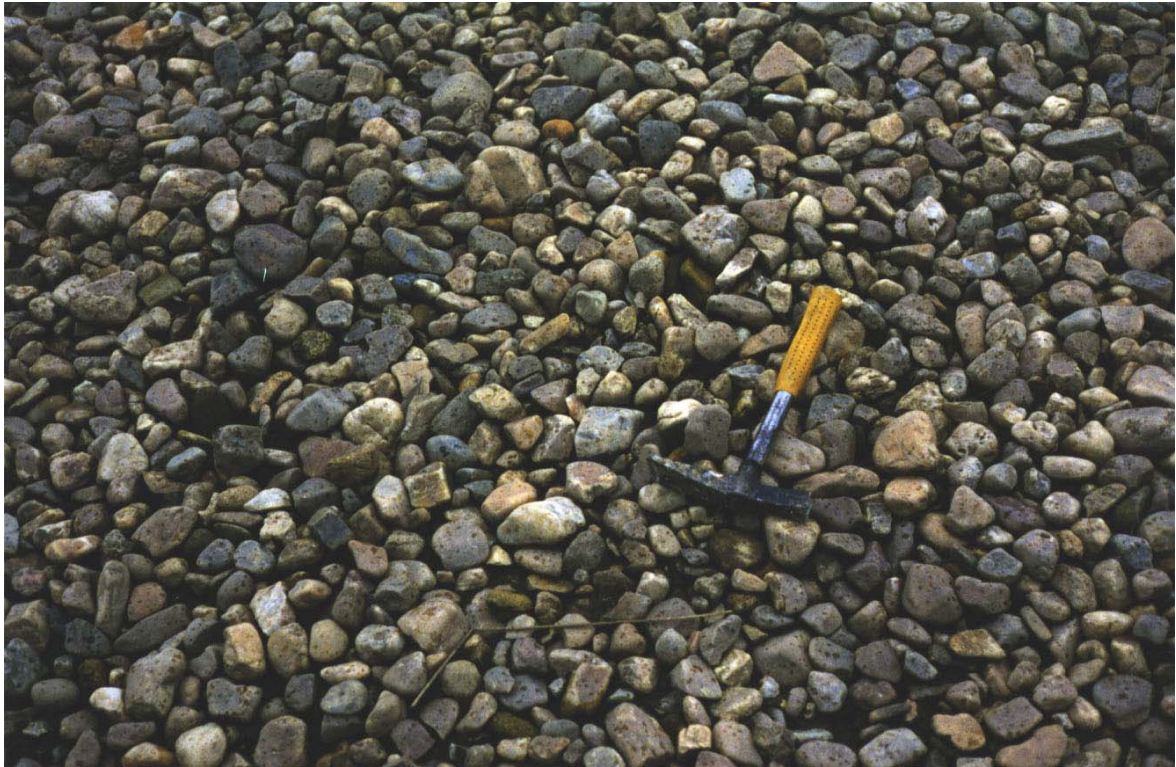
Las arenas son de grano fino a grueso, con escasa fracción limo-arcillosa, y de colores generalmente claros. Estos depósitos terrígenos son más abundantes en las llanuras de inundación de los ríos, aunque también son frecuentes en las zonas laterales de las barras centrales de los cauces actuales. La Figura 3.6 corresponde a un aspecto de detalle de estas arenas.

Los limos son mayoritarios en la zona más superficial de la llanura de inundación, ya que constituyen los depósitos característicos de las épocas de avenida.



*Figura 3.6. Arenas del cauce actual del río Tormes (grupo A), en las proximidades de la localidad de Almenara de Tormes (Hoja 452-3).*

Las gravas, que corresponden sobre todo a los depósitos de los cauces actuales, son mayoritariamente de cuarcita, aunque pueden encontrarse esporádicamente restos de otras rocas metamórficas y de granito, y tienen un tamaño comprendido entre 5 y 8 cm. La matriz, escasa en estos cauces, es arenosa y se halla minoritariamente entre los intersticios de los cantos (Figura 3.7).



*Figura 3.7 Aspecto de detalle de las gravas del grupo A, depositadas en una barra del cauce actual del río Tormes, en las proximidades de la localidad de Valverdón (Hoja 452-3).*

- Estructura

Los depósitos aluviales tienen una estructura subhorizontal, con una cierta inclinación hacia el cauce y hacia aguas abajo, y una disposición lenticular, como consecuencia de su sedimentación en barras.

- Geotecnia

Son materiales erosionables, fácilmente excavables y con capacidad portante media o baja. Se caracterizan por tener una permeabilidad alta, que puede dar lugar a la aparición de niveles freáticos elevados y que están relacionados con el nivel estacional de los ríos. El terreno formado por estos depósitos aluviales es local y temporalmente inundable (Figura 3.8).

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

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





*Figura 3.8. Terrenos pertenecientes al grupo A, inundados después de una época de grandes precipitaciones. Inmediaciones de Jambrina (Hoja 397-2).*

#### TERRAZAS. ARENAS, LIMOS Y GRAVAS, (T)

##### - Litología

Se trata de una formación constituida por arenas de grano medio y grueso, algo limosas, y de colores claros; limos ocre, de tonos claros, que son más abundantes en las zonas superficiales de la formación; y gravas de cantos redondeados y subredondeados, heterométricos, y con diámetros comprendidos entre 2 y 10 cm, aunque el tamaño medio es del orden de 4 cm. La matriz de estas gravas es arenosa, de grano medio y de color marrón claro.

La Figura 3.9. ofrece un aspecto de detalle de estas gravas.



*Figura 3.9 Aspecto de detalle de las gravas de los depósitos de terraza (grupo T) del río Duero, en las proximidades de la ciudad de Zamora (Hoja 397-4), en el que puede apreciarse la granulometría de las mismas.*

- Estructura

Estos materiales se distribuyen paralelamente al cauce de los ríos que drenan el Tramo, en donde forman llanuras más o menos amplias, en función de la importancia del curso fluvial que las ha formado. Los materiales adoptan una disposición horizontal o ligeramente inclinada hacia los mismos y hacia aguas abajo. La disposición interna de los mismos está formada por la yuxtaposición de cuerpos arenosos, limosos y de gravas, lo que origina estratificaciones y laminaciones cruzadas. La Figura 3.10 corresponde a una visión panorámica de una de las llanuras formadas por los depósitos de terraza.



*Figura 3.10. Aspecto panorámico de los depósitos de terraza (formación T), en donde puede observarse la morfología típica de la misma. Río Duero, en las proximidades de Zamora (Hoja 397-4).*

- Geotecnia

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

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

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

## CONOS DE DEYECCIÓN Y ABANICOS ALUVIALES. ARENAS Y LIMOS, (D)

### - Litología

Se trata de acumulaciones de arenas y limos, depositadas por abanicos aluviales en la salida de algunos de los principales relieves del Tramo.

Las arenas son principalmente silíceas; las facies van desde tamaños de grano gruesos (microconglomeráticas) con cantos dispersos, en el ápice del abanico, a granos finos y medios en las zonas más distales del mismo. Tienen matriz limosa y color claro. Los limos también pueden aparecer formando algunos niveles independientes de las arenas, y son más abundantes en las áreas superficiales.

La Figura 3.11 ofrece un aspecto parcial y panorámico de esta formación.



*Figura 3.11. Panorámica de la formación D, en las proximidades de la localidad de Aldearrodrigo (Hoja 452-4).*

- Estructura

Esta formación tiene una disposición de adaptación al relieve sobre el que se deposita, por lo que forma unas plataformas de geometría groseramente triangular, con una inclinación normalmente inferior a  $10^{\circ}$ , desde el ápice hasta su borde final. El ordenamiento interno de los materiales se realiza mediante la yuxtaposición de lentejones de arenas y limos, lo que origina la aparición de estratificaciones cruzadas. La potencia total del conjunto puede estar comprendido entre 3 m y 6 m.

- Geotecnia

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

La permeabilidad es alta y está desarrollada por la gran porosidad de los materiales. El drenaje profundo es muy bueno. El drenaje superficial es fácil, ya que las pendientes son suficientes para que la escorrentía discurra con normalidad.

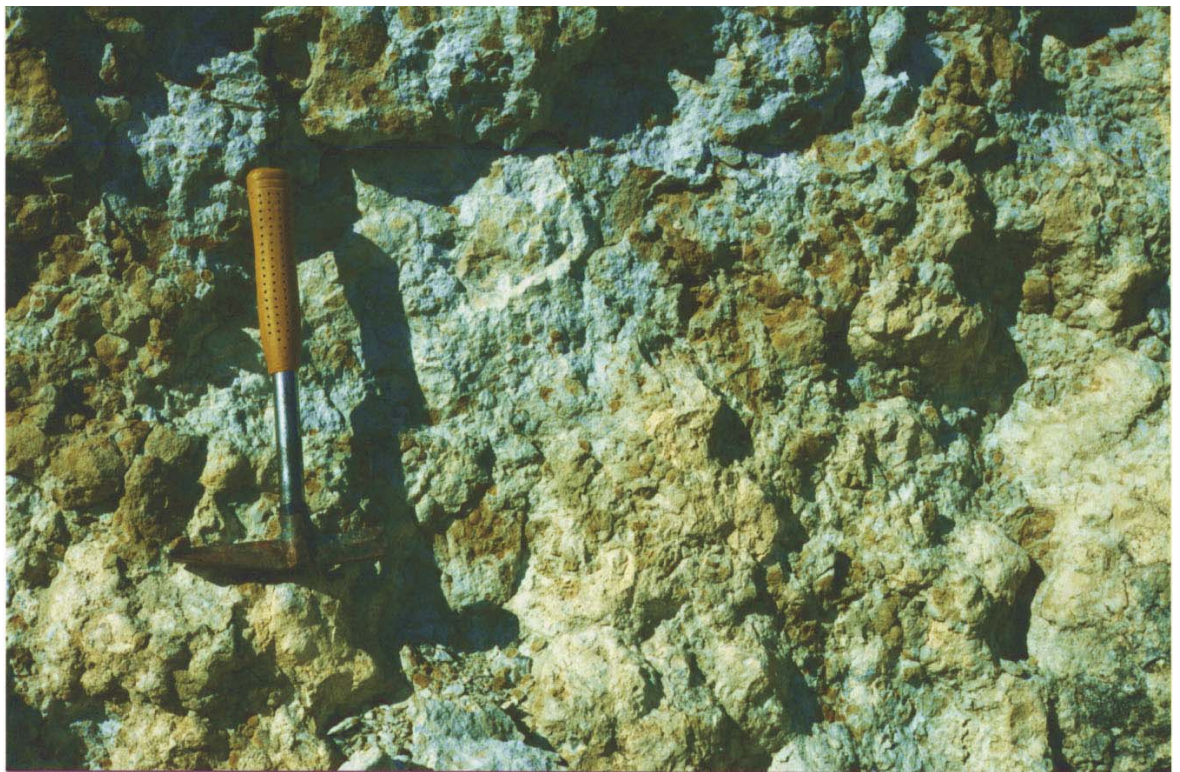
#### ELUVIAL. DEPÓSITOS DE SILCRETAS, (V)

- Litología

Se trata de impregnaciones de sílice que se han desarrollado, mediante procesos edafológicos locales, sobre algunas rocas detríticas terciarias, tanto areniscosas como conglomeráticas. Dichas impregnaciones ocasionan sobre las rocas mencionadas un encostramiento silíceo de gran dureza, que las hace muy resistentes. Las Figuras 3.12a y 3.12b muestran dos aspectos de detalle de este material eluvial.

- Estructura

Como consecuencia de su génesis presenta una estructura heredada de la formación sobre la que se desarrolla y a la cual afecta. Lo normal es encontrar bancos de areniscas y conglomerados subhorizontales afectados por el encostramiento (Figura 3.13). La potencia es irregular, pero puede estar comprendida entre 1 m y 3 m.



*Figuras 3.12a y 3.12b. Dos aspectos de detalle de las silcretas que forman el grupo V. Proximidades de la localidad de Fuente El Carnero (Hoja 425-4).*



*Figura 3.13. Disposición de los niveles detríticos impregnados por las silcretas del grupo V. Puede observarse también la caída de algún bloque, procedente de esos niveles, al quedar descalzado por la erosión diferencial.*

- Geotecnia

Los materiales afectados por este encostramiento silíceo presentarán ripabilidad marginal, o será necesario el empleo de voladuras para su remoción, en función del espesor de los bancos a desmontar. Estos bancos están afectados por procesos de erosión diferencial, por lo que pueden presentar inestabilidades. La capacidad portante es alta.

La permeabilidad es baja, ya que se encuentra rellenando los poros de las rocas sobre las que se desarrolla, con lo que el drenaje profundo será generalmente difícil. La escorrentía superficial es fácil.

Los únicos taludes observados que afectan a esta formación son los escarpes rocosos formados por los bancos areniscos y conglomeráticos a los que impregnan las silcretas. Son subverticales y presentan inestabilidades gravitacionales locales, por erosión diferencial.

## GLACIS. GRAVAS CUARCÍTICAS Y ARENAS ARCILLOSAS, (G)

### - Litología

Se trata de retazos de una cierta extensión de un glacis de acumulación constituido por cantos de cuarcita, subangulosos, heterométricos y heteromorfos, cuyos tamaños están comprendidos entre 3 cm y 15 cm, siendo la dimensión media del orden de 7 cm. La matriz que sirve de trabazón a estos cantos es arenosa, de color marrón rojizo, y es más abundante que ellos.

La Figura 3.14 corresponde a un aspecto de detalle de estos materiales.



*Figura 3.14. Cantos cuarcíticos característicos de un glacis (formación G), entre los p.k. 16 a 19 de la carretera C-605, entre las poblaciones de Gema y El Piñero (Hoja 397-2).*

### - Estructura

Son acumulaciones caóticas de cantos, sin ordenamiento interno aparente, que forman amplias superficies llanas o ligeramente cóncavas, como puede apreciarse en la Figura 3.15.





*Figura 3.15. Aspecto panorámico de las llanura formada por el glacis del grupo G, entre los p.k. 16 a 19 de la carretera C-605, entre las poblaciones de Gema y El Piñero (Hoja 397-2).*

- Geotecnia

Es una formación ripable, erosionable, y con capacidad portante media.

La permeabilidad es media-baja y el drenaje profundo difícil a moderado. La escorrentía está dificultada por la escasa pendiente topográfica de las zonas formadas por este glacis. Además, la baja capacidad de infiltración de los materiales hace posible la formación de encharcamientos.

Los taludes artificiales observados corresponden a pequeños desmontes. Tienen alturas bajas y son estables con inclinaciones de 60°.

Esta formación puede ser utilizada para materiales de préstamos, en el caso de que tuviesen que ser desmontadas.

## COLUVIAL. ARENAS Y LIMOS CON CANTOS, (C)

### - Litología

Desarrollados en algunas laderas de los principales valles fluviales que drenan el sector de los relieves terciarios, aparecen una serie de depósitos coluviales, originados por la erosión de los mismos, y cuyo aspecto general es el que se muestra en la Figura 3.16.



*Figura 3.16. Visión panorámica de una formación coluvial desarrollada en una ladera de las proximidades de la localidad de El Piñero (Hoja 397-2).*

Están formados por una acumulación de arenas de grano medio y grueso, con una matriz limo-arcillosa muy abundante y de color ocre, y con cantos dispersos que pueden ser de areniscas o de conglomerados, siendo en este caso de naturaleza heterogénea.

### - Estructura

Las formaciones coluviales corresponden a depósitos caóticos que se adaptan al relieve sobre el que se depositan, formando superficies inclinadas hacia los valles. Carecen de ordenamiento interno, por lo que tienen un aspecto masivo. La potencia total de esta formación puede estar comprendida entre 2 y 4 m.

### - Geotecnia

Se trata de materiales totalmente ripables y muy erosionables. Tienen capacidad portante baja, por lo que se pueden presentar asientos de magnitudes alta a media.

Estos materiales son poco permeables, debido al alto contenido en fracción limo-arcillosa, por lo que el drenaje profundo es deficiente. El drenaje superficial es fácil por escorrentía.

Los taludes observados en esta formación carecen de interés, aunque se estima que la inclinación adecuada para su estabilidad está comprendida entre 40° y 45°.

#### CONGLOMERADOS CON NIVELES TRAVERTINIZADOS, (321)

##### - Litología

Esta formación está representada únicamente en el Tramo por dos afloramientos, situados en la esquina nororiental del Tramo. Se trata de dos relieves residuales que, al resistir la acción de la erosión, actúan a modo de "cerros testigo" mostrando la litología característica del período Mioceno (Figura 3.17).

Este grupo está formado por conglomerados de cantos redondeados y subredondeados, heterométricos y heteromorfos de cuarcita, cuarzo y esquistos, englobados en una matriz areno-arcillosa, de color marrón rojizo, y se encuentran poco consolidados (Figura 3.18).

Localmente pueden aparecer intercalaciones de niveles de calizas, de escasa potencia, cuya génesis ha podido ser similar a la formación de suelos de caliche.



*Figura 3.17. Visión panorámica de un "cerro testigo" formado por conglomerados miocenos del grupo (321). Cerro Monruelo, en el p.k. 19,5 de la carretera C-605, entre las localidades de Gema y El Piñero (Hoja 397-2).*



*Figura 3.18. Detalle de los conglomerados del grupo (321), en el Cerro Monruelo (Hoja 397-2).*

- Estructura

Esta formación presenta una estructura horizontal y sus materiales se disponen con una estratificación mal definida por gruesas lentículas con distintas granulometrías de unos 3 m de espesor. La potencia total estimada del conjunto es del orden de 50 m a 60 m.

- Geotecnia

Los materiales que constituyen este grupo se encuentran suficientemente consolidados para que la capacidad portante sea alta. Son totalmente ripables y relativamente erosionables.

La permeabilidad es media, dado el relativo contenido arcilloso de la matriz, y por ello el drenaje profundo es moderado. El drenaje superficial discurre con facilidad, dada la pendiente del relieve.

Los taludes naturales, correspondientes a las laderas de los relieves, son de grandes alturas, tienen inclinaciones aproximadas de  $20^{\circ}$  y manifiestan, como única inestabilidad, algún acarreamiento local (Figura 3.19).



Figura 3.19. *Huellas de erosiones locales producidas en la ladera del Cerro Monruelo (Hoja 397-2).*

No existen taludes artificiales excavados en este grupo litológico. Sin embargo se estima que pueden ser adecuados los taludes con diseños 2V:3H.

#### COSTRAS CARBONATADAS, (313c)

##### - Litología

Se trata de un grupo litológico superficial, desarrollado al final del período Oligoceno indistintamente sobre formaciones anteriores, por lo que cabe pensar en una génesis edafológica.

Esta formado por unas costras calcáreas de aspecto granular, pulverulento y oqueroso, de colores blancos y cremas, que se disgregan en forma de pequeños cantos irregulares y heterométricos.

##### - Estructura

Los materiales que componen este grupo se encuentran impregnando otros materiales detríticos terciarios, por lo que heredan la estructura de los mismos. Lo normal es encontrar estas costras manteniendo una estructura horizontal y un aspecto unas veces masivo y otras veces con una estratificación muy difusa. La potencia total de este grupo puede ser del orden de 5 m.

La Figura 3.20 muestra el aspecto de la disposición de estas costras carbonatadas.

##### - Geotecnia

Son materiales ripables, con capacidad portante alta y poco erosionables. Tienen una gran porosidad, por lo que la permeabilidad es alta y el drenaje profundo, fácil. El drenaje superficial es difícil, ya que el grupo se presenta en la culminación de relieves llanos, de tipo meseta; sin embargo, al presentar una alta capacidad de infiltración, no se producirán encharcamientos de larga duración.

Los taludes observados son de alturas bajas (< 5 m) y se mantienen estables con diseños 2V:1H.



*Figura 3.20. Aspecto de las costras carbonatadas que forman el grupo (313c), en un talud próximo al p.k. 325 de la carretera N-630 (Hoja-452-3).*

#### CONGLOMERADOS Y ARENAS ARCÓNICAS OCRES, (313b)

##### - Litología

Grupo de escasa extensión aparece desarrollado en el tercio meridional del Tramo, en donde constituye un cambio lateral de facies con el grupo litológico (313a).

Está formado por niveles de conglomerados de cantos de cuarcita y otras rocas metamórficas, redondeados, subredondeados, y heterométricos, empastados en una matriz arenosa de color ocre y una cierta cementación carbonatada. Estas capas conglomeráticas alternan con pasadas de arenas arcónicas preconsolidadas, de granos silíceos, y matriz limosa de color ocre.

##### - Estructura

Esta formación normalmente se encuentra formando relieve alomados, estrechos y de escasa entidad, aunque pueden elongarse desde 500 m a 1.500 m. En las laderas de estas colinas es muy frecuente observar los afloramientos de estratos

conglomeráticos, que destacan, por su mayor resistencia, de las intercalaciones arenosas. La estructura de estas capas es horizontal a subhorizontal y el espesor de las mismas está comprendido entre 0,5 m y 1,5 m. Los distintos cuerpos detríticos que componen el grupo presentan frecuentes acuñaciones, lo que da lugar a estratificaciones cruzadas. La potencia total del grupo es del orden de 25 m.

La Figura 3.21 corresponde al aspecto panorámico de un relieve constituido por el grupo (313b).



*Figura 3.21. Relieve característico del grupo (313b), en las proximidades de la localidad de Forfoleda (Hoja 452-4).*

#### - Geotecnia

Los materiales que componen el grupo son diferencialmente erosionables y ripables. Las arenas son excavables y los niveles conglomeráticos van a presentar ripabilidad marginal. La capacidad portante del conjunto es alta.

La permeabilidad es media, debido a la presencia de fracción limosa en la matriz, y el drenaje profundo es moderado. Por el contrario, el drenaje superficial es fácil por escorrentía.

Los taludes naturales no presentan inestabilidades y los paramentos artificiales son estables con inclinaciones de 60°.



## ARENAS ARCÓNICAS Y CONGLOMERADOS, (313a)

### - Litología

Se trata de un grupo fundamentalmente arenoso, de amplia representación en el borde sur del Tramo.

Está formado por gruesos paquetes de arenas arcónicas de grano grueso a muy grueso (microconglomeráticas), y con matriz limo-arcillosa de un característico color marrón rojizo. En el seno de los bancos arenosos aparecen niveles conglomeráticos sin una clara separación estratigráfica. Los cantos de estas pasadas rudáceas son de cuarzo, granito y de rocas metamórficas.

La Figura 3.22 muestra el aspecto de detalle de las arenas características de esta formación.

### - Estructura

La morfología de las zonas en donde aparece esta formación es muy suave. Está formada por un relieve llano, en el que destacan, esporádicamente, pequeñas elevaciones de formas muy redondeadas. Esta suavidad en el paisaje se ve incrementada por la gran actividad agrícola, desarrollada sobre los suelos residuales procedentes de la meteorización de este grupo litológico.

La estructura es horizontal o subhorizontal y los materiales se disponen en bancos con estratificaciones mal definidas por cambios granulométricos, y con espesores que oscilan entre 2 y 5 m. La potencia total del grupo es de 50 m.



*Figura 3.22 Aspecto de detalle de las arenas arcólicas del grupo (313a), en las proximidades de Almenara de Tormes (Hoja 452-3), en el que puede observarse la granulometría característica de las mismas.*

- Geotecnia

Se trata de unos sedimentos detríticos arenáceos preconsolidados, que presentan capacidad portante media-alta. Son relativamente erosionables, excavables y poco permeables. Esta escasa permeabilidad está producida porque la porosidad intergranular es baja, debido a la gran fracción limo-arcillosa de la matriz. Este fenómeno provoca que el drenaje profundo sea difícil. La escorrentía también lo es, debido a la suavidad del relieve formado por este grupo. Este factor, unido a la escasa capacidad de infiltración de los suelos que componen el horizonte de alteración superficial, favorece la aparición de numerosas charcas y lagunas, muy características del sector meridional del Tramo.

Los taludes naturales no presentan inestabilidades y los artificiales observados son de alturas bajas y se mantienen estables con inclinaciones de 60°. La Figura 3.23 corresponde a uno de ellos.



*Figura 3.23. Talud de baja altura realizado en las arenas de la formación (313a). Pueden observarse dos inclinaciones:  $45^\circ$  en la parte superior meteorizada, y  $60^\circ$  en la zona inferior sana. P.K. 21,100 de la carretera local entre Almenara de Tormes y Juzbado (Hoja 452-3).*

#### ARENISCAS Y LUTITAS, (312d)

##### - Litología

Grupo de reducida extensión aparece en dos áreas situadas en el sector central del Tramo. Se trata de un grupo de transición litológica entre la formación (312a) y la (312c).

Está formado por una alternancia irregular de areniscas de granos de cuarzo de tamaño medio y fino, con matriz limo-arcillosa de color ocre, y cementadas por carbonato; y lechos de lutitas de color ocre y anaranjado, poco consolidadas. Local e irregularmente aparecen niveles de cantos redondeados de cuarzo y cuarcita, que no llegan a formar niveles conglomeráticos.

##### - Estructura

Esta formación aparece formando parte de las laderas de un relieve tabular al constituir un grupo de transición litológica entre los materiales detríticos finos (limo-arcillosos) del grupo subyacente (312a) y los más gruesos (areniscas y conglomerados) del conjunto superior (312c).

La estructura es horizontal, disponiéndose los materiales en capas de espesores centimétricos (las lutitas) y decimétricos (las areniscas). La potencia total de la serie es de aproximadamente de 40 m.

- Geotecnia

El conjunto de materiales de este grupo pueden ser excavados con medios mecánicos, aunque puede existir algún nivel de arenisca que, por estar muy cementado, necesite de un ripado previo para su remoción. La distinta competencia entre los niveles areniscosos y lutíticos hace que se produzcan erosiones diferenciales. La capacidad portante es media-alta.

La permeabilidad es diferencial; baja en las lutitas y media-alta en las areniscas. El drenaje profundo se realiza a través de los cuerpos areniscosos y rezuma por ellos en distintos niveles topográficos, generando una serie de pequeños manantiales. El drenaje superficial se desarrolla con normalidad por escorrentía.

Las laderas no presentan inestabilidades y los taludes artificiales observados son bajos (< 5 m) y se mantienen estables con diseños 3V:1H, aunque para mayores alturas se recomiendan relaciones de 2V:1H.

La Figura 3.24 muestra un ejemplo de talud realizado en este grupo litológico.

#### ARENISCAS Y CONGLOMERADOS CON CEMENTO CARBONATADO, (312c)

- Litología

Esta formación detrítica es una de las más características del Tramo y la que aparece con mayor extensión dentro del mismo. Está constituida por una alternancia irregular de conglomerados, areniscas y arenas.



*Figura 3.24. Talud realizado en las areniscas y lutitas del grupo (312d), en donde puede apreciarse la estructura de los materiales, así como una cierta erosión diferencial en su superficie. Proximidades de la localidad de Peleas de Arriba (Hoja 425-4).*

Las areniscas, que son las rocas más abundantes del grupo, son de grano fino, medio y grueso (microconglomeráticas), tienen colores blanquecinos, ocre y anaranjados, y están cementadas por cemento carbonatado. Este último es a veces tan abundante que las areniscas presentan una gran dureza. Contrariamente, en las zonas en donde las areniscas pierden parcialmente su cementación, se transforman, mediante cambios laterales de facies, en niveles de arenas, con una cierta consistencia y con la misma composición de aquéllas.

La Figura 3.25 es un aspecto de detalle de las areniscas que caracterizan a esta serie sedimentaria.

Los conglomerados tienen cantos cuarcíticos, subredondeados y heterométricos, de hasta 5 cm de tamaño máximo, trabados por una matriz arenosa de grano grueso microconglomerática, de colores ocre y rojizos, y por cemento carbonatado.



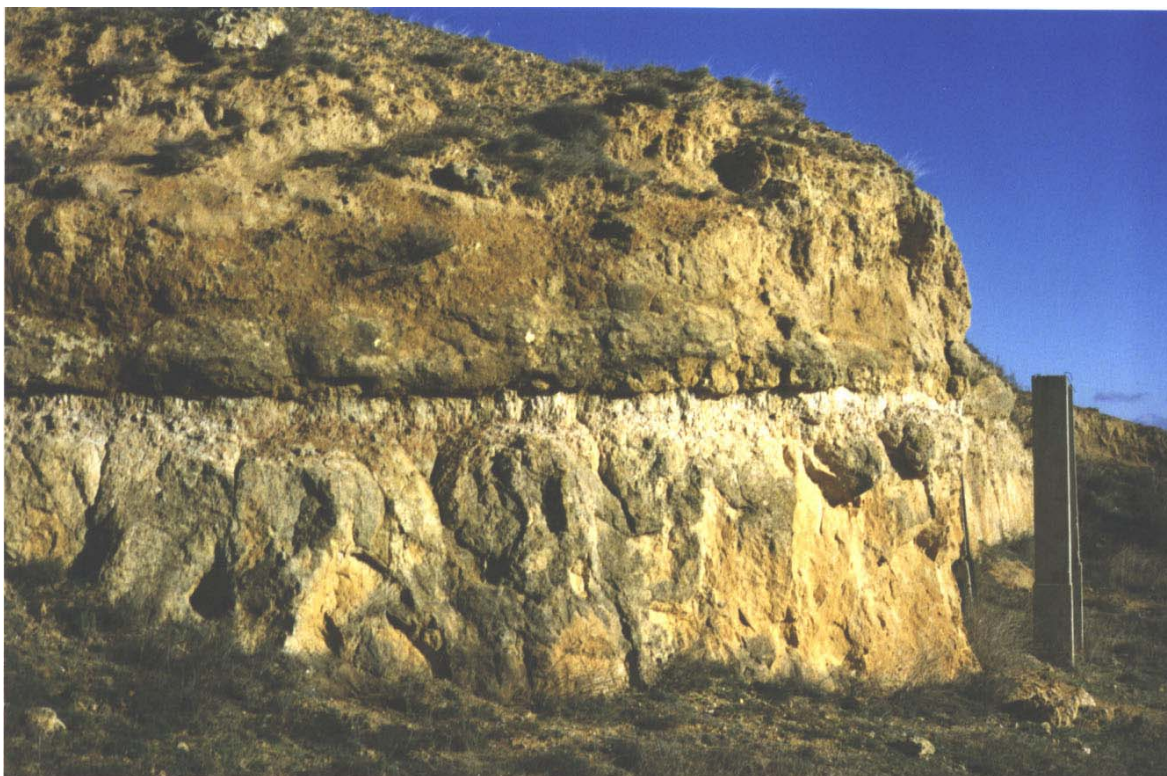
*Figura 3.25. Areniscas del grupo (312c), en las proximidades de la localidad de El Piñero (Hoja 397-2). Puede observarse cómo el agua rezuma a través de una fisura.*

- Estructura

Por su gran extensión, esta formación aparece formando el relieve alomado característico de la Zona 1 de este Tramo. Aunque en general se trata de una orografía suave, acrecentada por la acción agrícola, es muy frecuente observar la presencia de escarpes rocosos que destacan sobre los materiales adyacentes, más blandos.

La estructura general de esta formación es horizontal, y está definida por capas bien estratificadas, de espesores comprendidos entre 0,3 m y 2 m. Las arenas se encuentran en bancos de espesores comprendidos entre 4 y 10 m. Estos estratos se encuentran afectados por una fisuración, perpendicular a la estratificación, que libera bloques de roca, de tamaño variable y de formas irregulares.

En la Figura 3.26 puede observarse la disposición de las areniscas y conglomerados de esta formación.



*Figura 3.26. Disposición de las areniscas y conglomerados del grupo (312c), en las inmediaciones de la localidad de El Piñero (Hoja 397-2).*

- Geotecnia

Se trata de una formación cuyos materiales se encuentran muy consolidados y cementados, por lo que tienen capacidad portante alta, y son poco erosionables a corto plazo, aunque pueden existir fenómenos de erosión diferencial.

La ripabilidad es nula en la mayor parte de la formación, excepto en las zonas en donde la ausencia de cementación transforma las areniscas en arenas. Sólo en estos casos la excavación puede ser llevada a cabo con medios mecánicos.

La permeabilidad, que se desarrolla por una cierta porosidad intergranular y también por la red de fisuración, es media y genera un drenaje profundo moderado. Una característica del flujo subterráneo de esta formación es la presencia de niveles acuíferos colgados, dependientes de los condicionantes litológicos locales. Así se forman numerosas fuentes y manantiales en aquellos puntos en donde los niveles porosos están limitados en su base por otros impermeables. El drenaje superficial discurre en general con facilidad. Sin embargo, existen pequeñas subcuencas, distribuidas con profusión en el ámbito de aparición de este grupo (312c), que por sus escasas pendientes o por tener características endorreicas, frenan la escorrentía, y se originan en ellas encharcamientos temporales.

Los taludes naturales de mayor pendiente observados en el Tramo corresponden a los escarpes producidos en esta formación por los ríos principales. Son de alturas medias y altas y la única inestabilidad que presentan es la caída ocasional de algún bloque de arenisca o conglomerado, que ha quedado descalzado por la erosión diferencial.

Los taludes artificiales son de alturas bajas, y estables con inclinaciones próximas a  $65^\circ$ , aunque sus superficies pueden estar afectadas por la erosión, como muestra la Figura 3.27, especialmente en los miembros más arenosos de la formación. En estos casos se recomienda revegetar los taludes.

### CONGLOMERADOS, ARENAS ARCÓNICAS Y ARCILLAS SUBARCÓNICAS, (312b)

#### - Litología

Se trata de un grupo que forman cambio lateral de facies con la formación de limolitas y margas que constituyen el grupo (312a). Está compuesto por una alternancia irregular de conglomerados de cantos de cuarzo, cuarcita, esquistos y en menor medida de granitos, subredondeados, subangulosos y heterométricos, empastados en una matriz arenosa de grano grueso microconglomerática; arenas arcónicas de grano grueso y microconglomeráticas, con abundantes granos mal calibrados de feldespato, y matriz limosa de colores anaranjados, marrones claros y blanquecinos; y arcillas arenosas de granos de cuarzo y feldespato, de tamaño medio y fino. (Figura 3.28).



Figura 3.27. Talud realizado en la formación (312c), en las proximidades del p.k. 31 de la carretera C-605, entre las localidades de Argujillo y Fuentesauco (Hoja 425-1).



- Estructura

El relieve formado en las áreas en donde aparece esta formación tiene una morfología suavemente alomada, con profusión de pequeños cerros redondeados y vaguadas poco profundas, extensas y de fondo plano. Además, la acción agrícola ampliamente desarrollada sobre los suelos residuales, generados por meteorización de los materiales de este grupo, suaviza, aún más, las escasas irregularidades.

La estructura general de la formación es horizontal, y los materiales se disponen en sets sedimentarios de distintas granulometrías, de 0,5 a 2 m de espesor, separados por estratificaciones cruzadas mal definidas. La potencia total del conjunto es de 30 m, aproximadamente.



*Figura 3.28. Aspecto de detalle de las arenas y conglomerados del grupo (312b), en las proximidades de la localidad de Almenara de Tormes (Hoja 452-3).*

- Geotecnia

El conjunto de materiales que componen este grupo es totalmente ripable, ya que no presentan cementación. Sin embargo están suficientemente consolidados para que la capacidad portante sea alta. Son relativamente erosionables.

La permeabilidad es media y el drenaje profundo es moderado. El drenaje superficial es normalmente fácil por escorrentía. Sin embargo, pueden existir áreas llanas o

semiendorreicas que se encharquen ante precipitaciones máximas, aunque la capacidad de infiltración de los materiales es suficiente para que dichos encharcamientos no permanezcan durante mucho tiempo.

Las taludes naturales no presentan ningún tipo de inestabilidad y los artificiales observados son de alturas bajas (< 5 m) y se mantienen estables con inclinaciones de 50°. Sin embargo, dado el carácter fundamentalmente arenáceo de la formación, las superficies de los taludes de mayores alturas sufrirán una meteorización progresiva por hidratación, por lo que será conveniente revegetarlas.

La Figura 3.29 corresponde a un talud de este grupo litológico.



*Figura 3.29. Talud de baja altura realizado en el grupo (312b), en las proximidades de la localidad de Almenara de Tormes (Hoja 452-3).*

#### LIMOLITAS Y MARGAS, (312a)

##### - Litología

Se trata de un grupo de amplia extensión en el sector septentrional del Tramo, al Sur de la ciudad de Zamora. Está constituido por una alternancia irregular de limos preconsolidados (limolitas) y arcillas con cemento carbonatado, de colores ocres y

grisáceos, entre los que se intercalan niveles de areniscas de grano fino. Estos materiales se encuentran totalmente recubiertos por unos suelos residuales arcillosos procedentes de la meteorización de la formación.

- Estructura

El relieve formado por este grupo litológico es de una morfología muy suave que se caracteriza por la ausencia total de afloramientos. Además la gran actividad agrícola desarrollada en el horizonte de alteración del grupo dificulta, aún más, la observación de los materiales.

La estructura es horizontal o subhorizontal y los materiales se disponen en sets sedimentarios de distintas granulometrías, mal definidos por una mala estratificación. La potencia total del conjunto es de 20 m a 30 m.

- Geotecnia

Se trata de unos materiales que tienen capacidad portante baja a media, en los que se pueden producir asentamientos de magnitudes altas y medias, y diferenciales. Son totalmente excavables con medios mecánicos y erosionables.

La permeabilidad es baja, dada su naturaleza lutítica, y el drenaje profundo deficiente. En relación al drenaje superficial, pueden existir zonas de difícil escorrentía que sufran encharcamientos de larga duración, ya que los suelos residuales no tendrán suficiente capacidad de infiltración.

Los taludes naturales presentan inclinaciones muy bajas, dado lo suave del relieve, por lo que no muestran signos de inestabilidad. Por el contrario, se ha observado algún talud artificial que, con altura baja (< 5 m) y con una inclinación de 45 °, aparecía deslizado (Figura 3.30 y 3.31). Se recomienda realizar los taludes con diseños del orden de 2V:3H.

## ARENISCAS SILÍCEAS Y CONGLOMERADOS, (311b)

- Litología

Aunque presenta escasa potencia y es relativamente extenso, se trata de uno de los grupos más característicos de la región y del Tramo. Está formado por una alternancia de areniscas de granos de cuarzo de tamaño medio y fino, fuertemente trabados por

cemento silíceo, y de colores cremas, blanquecinos y rosados; y conglomerados de cantos silíceos, con matriz areniscosa y abundante cemento silíceo. El tramo final de la serie son unas areniscas limolíticas, poco cementadas y de colores rojizos, de aproximadamente 2 m de espesor. Los niveles más silicificados de la formación han sido denominados por antiguos autores como "porcelanitas". La Figura 3.32 muestra un aspecto de detalle de las areniscas silíceas del grupo.



*Figura 3.30. Deslizamiento rotacional en un talud de baja altura realizado en el grupo (312a), en las proximidades de la localidad de Peleas de Abajo (Hoja 397-2).*

#### - Estructura

La morfología de las áreas en donde aparece esta formación se presenta de dos formas distintas. Las más extensas son plataformas estructurales de topografía llana, desarrolladas sobre la formación, al ser sus rocas muy resistentes a la erosión. Por otro lado, en los valles y algunas vaguadas que cortan la formación, se forman laderas abruptas con escarpes verticalizados, como en el caso del río Duero a su paso por Zamora, o escalonados como muestra la Figura 3.33.



*Figura 3.31. Aspecto de detalle del material limo-arcilloso del grupo (312a) que compone el bulbo de material del deslizamiento anterior.*



*Figura 3.32. Aspecto de detalle de las areniscas silíceas del grupo (311b) en el arroyo Sajosa, próximo a la localidad de Almenara de Tormes (Hoja 452-3).*

La estructura es horizontal y los materiales se disponen en capas bien estratificadas de 0,3 a 1 m de espesor. Asimismo las rocas están afectadas por un diaclasado y fisuración que libera bloques de roca, de formas más o menos cúbicas. La potencia total del conjunto es del orden de 15 m.



*Figura 3.33. Aspecto de la disposición de los materiales silicificados del grupo (311b), formando escalones en el valle del arroyo Sajosa, en las proximidades de la localidad de Almenara de Tormes (Hoja 452-3).*

- Geotecnia

Se trata de unas rocas que por su alta cementación silíceas no son ripables, ni erosionables y que presentan una capacidad de carga elevada.

La permeabilidad, desarrollada a través de la fisuración de la roca, es baja, y el drenaje profundo difícil. La escorrentía puede encontrar dificultades en las zonas más llanas y formarse encharcamientos.

Los taludes naturales de mayor interés observados corresponden a los excavados por el río Duero, al Sur de la ciudad de Zamora, los cuales siendo de alturas medias (5-20 m) se mantienen estables con fuertes inclinaciones. Para los taludes artificiales se estima que pueden ser adecuados, desde el punto de vista de la estabilidad, diseños de 3V:1H; si bien pueden existir caídas gravitacionales locales de bloques y cantos, que pueden ser corregidas mediante el empleo de mallas metálicas o bulones.

ARENISCAS Y CONGLOMERADOS, (311a)

- Litología

Grupo de muy escasa representación dentro del Tramo, aparece representado por algunas áreas situadas sobre todo en el tercio noroccidental del mismo, y constituye los depósitos terciarios más antiguos de la región. Está constituido por una alternancia irregular de areniscas de grano medio y grueso, frecuentemente microconglomeráticas, con matriz limosa y ocasionalmente con cemento silíceo (Figura 3.34), de colores blanquecinos, ocres y rosados, y esporádicamente con cantos silíceos dispersos; conglomerados de cantos de cuarcita, cuarzo y otras rocas metamórficas, redondeados y subredondeados, empastados en una matriz arenosa de grano fino a medio, de colores rosados y ocres (Figura 3.35); y lechos de arenas limosas, de colores ocres y blanquecinos, con cantos dispersos (Figura 3.36).

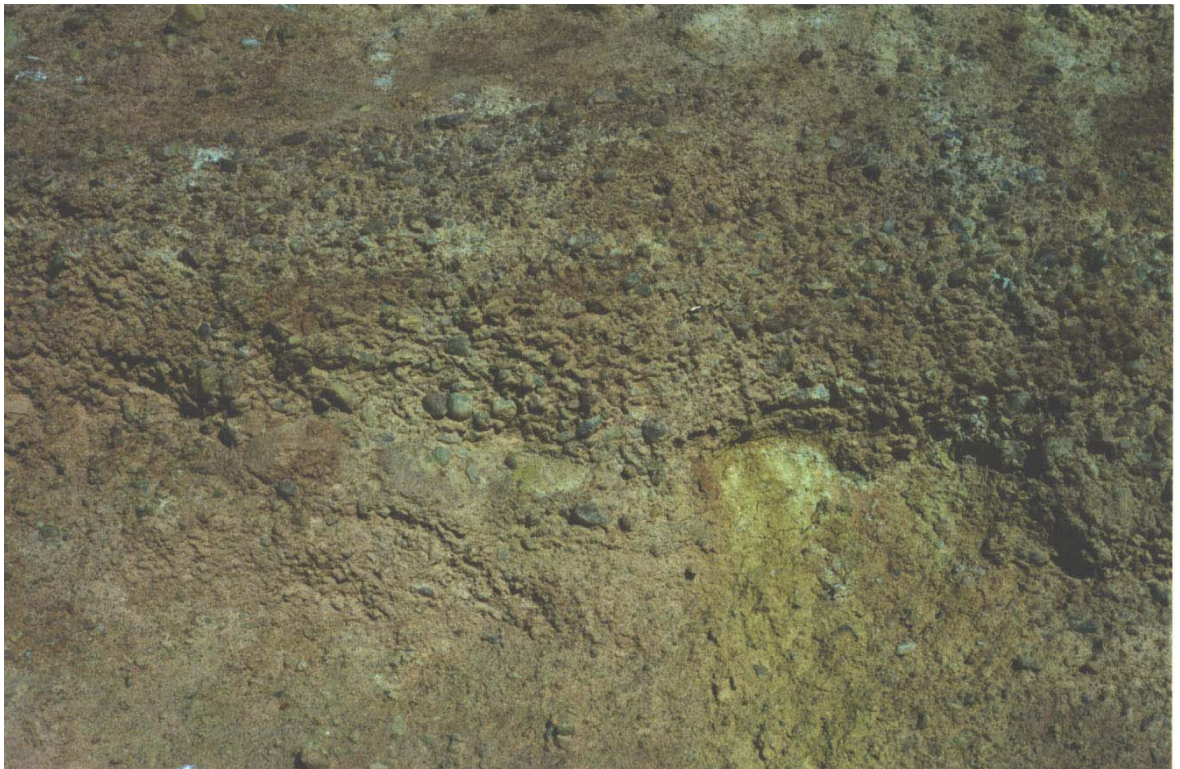
- Estructura

Por tratarse de la base de las formaciones terciarias, este grupo se encuentra apoyado en discordancia sobre las rocas paleozoicas y graníticas a las que fossiliza. Forma relieves suaves, llanos o con pequeños cerros, en los que esporádicamente aflora algún banco de areniscas cementadas, pero sin provocar relieves accidentados.

La estructura es horizontal o subhorizontal, aunque pueden existir zonas en las que, por acoplamiento a movimientos tectónicos tardíos del basamento hercínico, se hayan producidos cambios en el buzamiento de los estratos. La disposición de los materiales se realiza mediante sets sedimentarios de distintas granulometrías, de 0,1 a 0,5 m de espesor, separados por estratificaciones cruzadas mal definidas. La potencia total del grupo es de aproximadamente 15 m.



*Figura 3.34. Detalle de areniscas cementadas del grupo (311a), en las proximidades de Casas de Amor (Hoja 397-3).*



*Figura 3.35. Aspecto de detalle de un nivel de conglomerados del grupo (311a), en una antigua explotación de áridos situada en el p.k. 6,5 de la carretera C-527 (Hoja 397-4).*





*Figura 3.36. Aspecto de detalle de arenas limosas y areniscas del grupo (311a), en una antigua explotación de áridos situada en el p.k. 6,5 de la carretera C-527 (Hoja 397-4).*

- **Geotecnia**

El conjunto de estos materiales es fácilmente excavable con medios mecánicos, aunque pueden existir estratos de arenisca cementados que hayan de ser preparados con un ripado previo. Son diferencialmente erosionables, pero cuentan con capacidad portante alta, al estar los suficientemente consolidados.

La permeabilidad es alta y el drenaje profundo es fácil. El drenaje superficial discurre con normalidad por escorrentía.

Los taludes naturales no presentan ningún tipo de inestabilidad, y los taludes artificiales de mayor interés observados corresponden a los frentes de explotación de antiguas excavaciones de áridos. Estos son de alturas bajas y, con inclinaciones próximas a los 50°, no muestran más que regueros de erosión y pequeños acaravamientos.

### **3.2.5. Grupos geotécnicos**

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

- Grupo geotécnico GT3

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

En esta Zona 1 el grupo geotécnico GT3 está formado por los grupos litológicos (311a), (312b), (312c), (312d), (313a), (313b), (313c) y (321).

- Grupo geotécnico GT4

Grupo formado por areniscas y conglomerados, silicificados, y por silcretas. Se trata de un conjunto litológico formado por rocas muy duras por su gran cementación silícea. La permeabilidad general es baja y el drenaje profundo difícil. La capacidad de infiltración de estos materiales es pequeña y el drenaje superficial es fácil por escorrentía. Son materiales no ripables, no erosionables, y su capacidad portante es alta.

En la zona 1, el grupo geotécnico GT4 está formado por las formaciones (311b) y (V).

- Grupo geotécnico GT5

Grupo formado por limolitas y margas. Se trata de un conjunto litológico predominantemente limo-arcilloso, y de comportamiento cohesivo. La permeabilidad general es baja y el drenaje profundo difícil. La capacidad de infiltración de estos materiales es pequeña. Este hecho, unido a las escasas pendientes topográficas de las áreas que ocupan estas formaciones, provoca la aparición de encharcamientos. Además, la hidratación produce el reblandecimiento y una pérdida de cohesión en las arcillas, pudiéndose desarrollar entonces deslizamientos en los taludes más inclinados. Son materiales ripables, erosionables, y su capacidad portante es media-baja.

En la zona 1, el grupo geotécnico GT5 está formado únicamente por la formación (312a).

- Grupo geotécnico GT6

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

En esta Zona 1 el grupo geotécnico GT6 está compuesto por las formaciones (A), (T), (D), (G) y (C).

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

Esta Zona 1 está constituida fundamentalmente por formaciones detríticas, terciarias y cuaternarias. Todos estos materiales determinan un área caracterizada por presentar un relieve suavemente alomado.

Los principales obstáculos geotécnicos que se pueden plantear en esta Zona 1 van provenir de los materiales limo-arcillosos que forman la mayor parte del grupo litológico (312a), el cual tiene su desarrollo en el sector septentrional del Tramo Zamora-Salamanca. Los miembros más arcillosos de esta formación pueden presentar fenómenos de plasticidad, y asentamientos altos y diferenciales, en las zonas en donde se encuentren hidratados y reblandecidos. Estos reblandecimientos aparecerán donde el drenaje superficial sea deficiente, y son consecuencia del encharcamiento del terreno durante largos períodos de tiempo. Los taludes que se realicen, especialmente los de mayores alturas, pueden presentar fenómenos de inestabilidad rotacional cuando su inclinación sea superior a  $35^\circ$  y los materiales se encuentren desfavorablemente hidratados.

El resto de las formaciones geológicas de esta Zona 1, de granulometría más grosera, van a plantear sobre todo problemas de erosión y desmoronamientos en las superficies de los taludes. En el grupo litológico (311b) se originarán caídas de bloques y cuñas, como consecuencia del diaclasado, así como los derivados de su escasa ripabilidad.

### 3.3. ZONA 2: RELIEVE MONTUOSO

La Zona 2 está representada por dos sectores, de pequeña extensión en relación con el ámbito del Tramo, que aparecen de forma discontinua en el borde occidental del mismo, y ocupan parcialmente las Hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1:50.000, siguientes:

Nº	Hoja	Cuadrantes
397	Zamora	3 y 4
425	Villamor de los Escuderos	3 y 4
452	La Vellés	3 y 4

La Figura 3.37 muestra la distribución de la Zona 2 dentro del Tramo del Estudio, y la situación de dos cortes geológicos esquemáticos, representativos de ella.

#### 3.3.1. Geomorfología

Los territorios que corresponden a la Zona 2 están formados por los relieves residuales del Macizo Ibérico hercínico, que fueron probablemente rejuvenecidos durante la Orogenia Alpina, y que no llegaron a cubrirse totalmente con los sedimentos terciarios y cuaternarios. Estos macizos hercínicos corresponden sobre todo a afloramientos de rocas graníticas y esquistosas, y una pequeña parte de gnéicas. Estas naturalezas litológicas tan diferentes han hecho que el relieve desarrollado en cada una de ellas presente características propias.

Los afloramientos de rocas graníticas, muy extensos en esta Zona 2, se presentan con dos aspectos notablemente diferentes: berrocales graníticos, y relieves masivos con laderas regularizadas.

Los berrocales graníticos están compuestos por la asociación de elementos geomorfológicos menores ("bolas aisladas", "piedras caballeras" e "inselbergs"). Estas formas tienen su origen en la existencia de un diaclasado ortogonal que separa bloques cúbicos de roca, cuyos vértices y aristas son debilitados por la acción de la meteorización química ejercida por las aguas que penetran por dichas fracturas. Los materiales así alterados se erosionan fácilmente, quedando como residuos los bloques de roca intactos. La red de drenaje en estos berrocales está muy condicionada por la estructura y presenta frecuentes variaciones de trazado, por lo que adquiere formas rectilíneas y rectangulares. Además los ríos van muy encajados y los valles y vaguadas tienen forma de "uve".

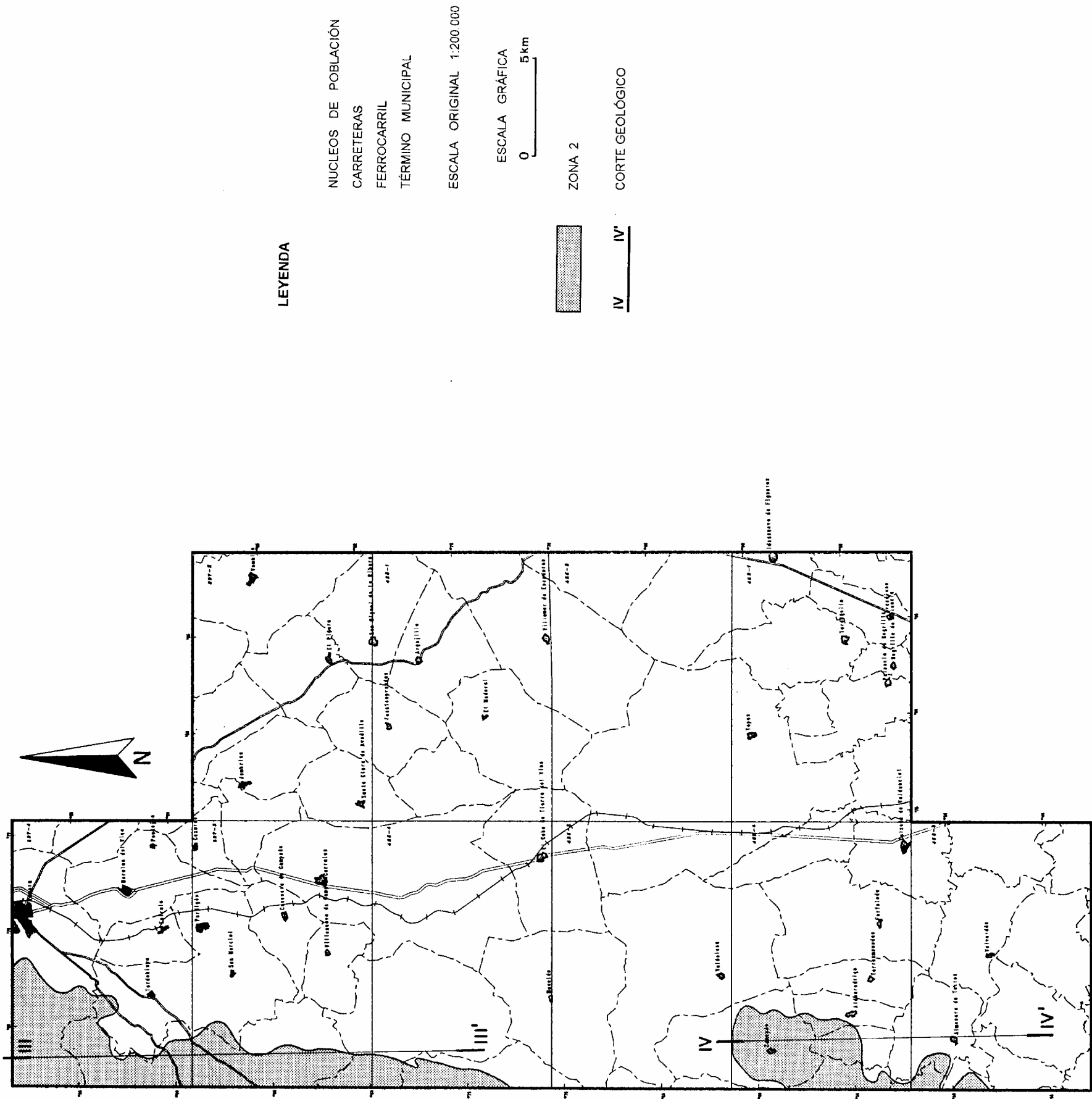


FIGURA 3.37. ESQUEMA DE SITUACIÓN DE LA ZONA 2, Y DE DOS CORTE GEOLÓGICOS REALIZADOS EN LA MISMA

Los relieves masivos con laderas regularizadas se dan en las áreas en donde la presencia de un horizonte de alteración superficial o "jabre granítico" recubre las rocas sanas, eliminando las irregularidades que normalmente presentan éstas. En estas zonas las formas menores más características son las denominadas "gnammas" y "vasques". Las primeras son depresiones cerradas, de dimensiones métricas y decamétricas, que pueden contener agua, y las segundas son también cubetas o depresiones cerradas, pero de dimensiones hectométricas y generalmente inundadas. El origen de estas formas parece estar relacionado con los procesos de meteorización de la roca que tienen lugar en las zonas mal drenadas, en las que el agua permanece durante largos espacios de tiempo. La salida de los detritos del fondo de las cubetas probablemente se realiza por inundaciones estacionales o por deflación. La red de drenaje desarrollada en estos recubrimientos eluviales es más parecida a la originada en un terreno sedimentario que la producida en rocas cristalinas plutónicas, por lo que tiene un aspecto dendrítico pinzado. Sin embargo, las vaguadas parecen mostrar una cierta linealidad, que es el reflejo de estructuras subyacentes de la roca sana.

La Figura 3.38 es muestra parcialmente el aspecto berroqueño del relieve granítico.



*Figura 3.38. Vista de un berrocal granítico, (grupo 001), en las proximidades de la localidad de Juzbado (Hoja 452-3).*

Los afloramientos de rocas esquistosas forman un relieve caracterizado por una presencia montuosa poco sobresaliente y sin directrices definidas, cuyos principales desniveles se deben al encajamiento de los ríos y arroyos, que drenan el sector. Estos presentan en

algunas zonas un cierto control estructural, y normalmente aparecen formando una red de tipo pinzado. La Figura 3.39 ofrece el aspecto de una zona formada por las rocas esquistosas.



*Figura 3.39. Visión panorámica de un relieve característico formado en los esquistos paleozoicos del grupo (111b), en las proximidades de la localidad de Carrascal de Velambélez (Hoja 452-3).*

Las rocas gnéicas, al igual que los granitos, se presentan en el Tramo bajo dos formas distintas. La generalidad de los casos es encontrar los afloramientos recubiertos por un suelo residual, de escasa potencia, que enmascara las irregularidades que pudieran provocar las rocas en la superficie topográfica. En estas zonas se dan cerros de pendientes suaves y regularizadas, separados por una red de drenaje poco encajada, pero con cierta linealidad debido al control estructural. En otros casos menos abundantes, los afloramientos de gneises destacan fuertemente del relieve circundante y se forman farallones subverticales, de trazados lineales, controlados totalmente por la estructura. La Figura 3.40 muestra un ejemplo de este tipo de morfología.



*Figura 3.40. Aspecto panorámico de un afloramiento de gneises del grupo (001a), formando un relieve acantilado en la localidad de Las Enillas (Hoja 397-3).*

### **3.3.2. Tectónica**

La Zona 2 ha sido afectada por la sucesión y superposición de las distintas fases orogénicas que han actuado en la región.

La tectónica hercínica, ocurrida en tiempos del Paleozoico terminal, es la responsable de la mayor parte de las estructuras que presentan las rocas metamórficas precámbricas y cámbricas de esta Zona 2. Asimismo, las rocas graníticas de esta región se emplazan durante esta deformación hercínica.

La Orogenia Hercínica se desarrolla según tres fases sucesivas.



La primera fase se manifiesta con un plegamiento de gran amplitud, que genera pliegues kilométricos, vergentes al Suroeste y afectados por una esquistosidad de flujo, subparalela a la estratificación. Se desarrollan también algunos pliegues menores, de amplitudes métricas, que muestran una esquistosidad de plano axial. Durante esta fase se produce un metamorfismo regional, de grado medio, y se transforman los materiales.

La segunda fase se caracteriza porque genera estructuras de plano axial subvertical, ligeramente vergentes al Suroeste, y están acompañadas por una esquistosidad de crenulación, especialmente desarrollada en los niveles más pelíticos. En las zonas en donde los esfuerzos han originado en las rocas más competentes fallas inversas, se producen esquistosidades de fractura. Esta esquistosidad, al incidir sobre la formada durante la primera fase, produce en las rocas una lineación vergente al Noroeste. El metamorfismo regional continúa durante esta fase, y a él se añade el efecto del emplazamiento del plutón granítico.

La tercera fase, de menor desarrollo en cuanto a las dimensiones de las estructuras que forma, se caracteriza por generar pliegues poco apretados y de plano axial subvertical. No se origina ningún tipo de esquistosidad durante esta fase, y únicamente se alabea las superficies generadas anteriormente.

Los últimos movimientos del Macizo Hespérico se manifiestan por medio de una fracturación generalizada, que afecta tanto a las estructuras previas como al complejo plutónico.

La Figura 3.41 corresponde a los dos cortes geológicos esquemáticos realizados en esta Zona 2.

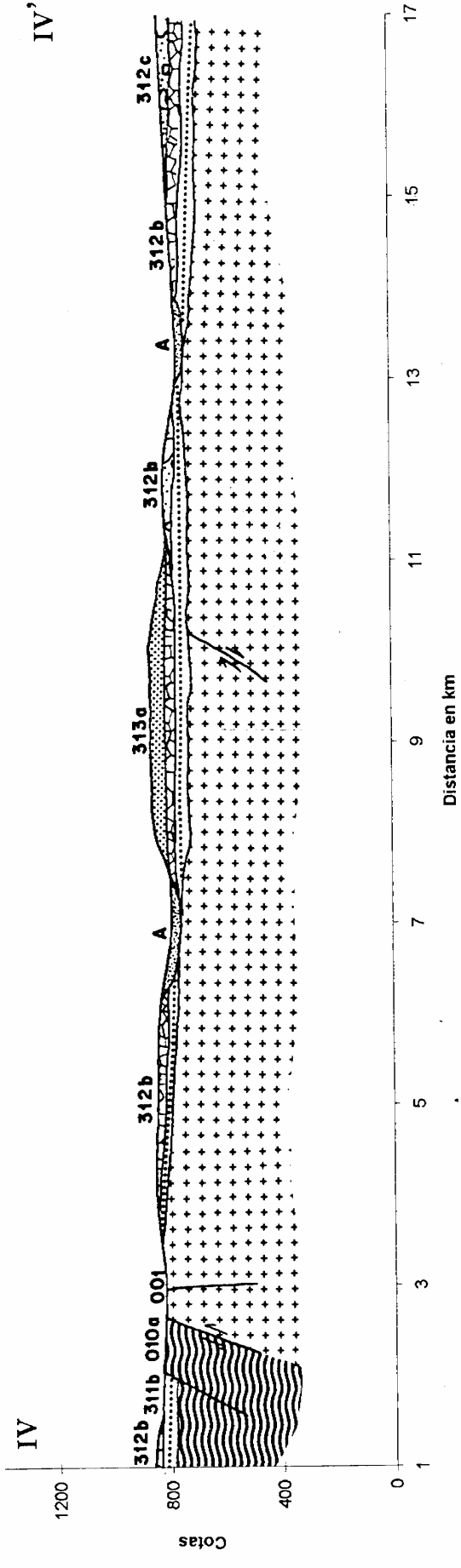
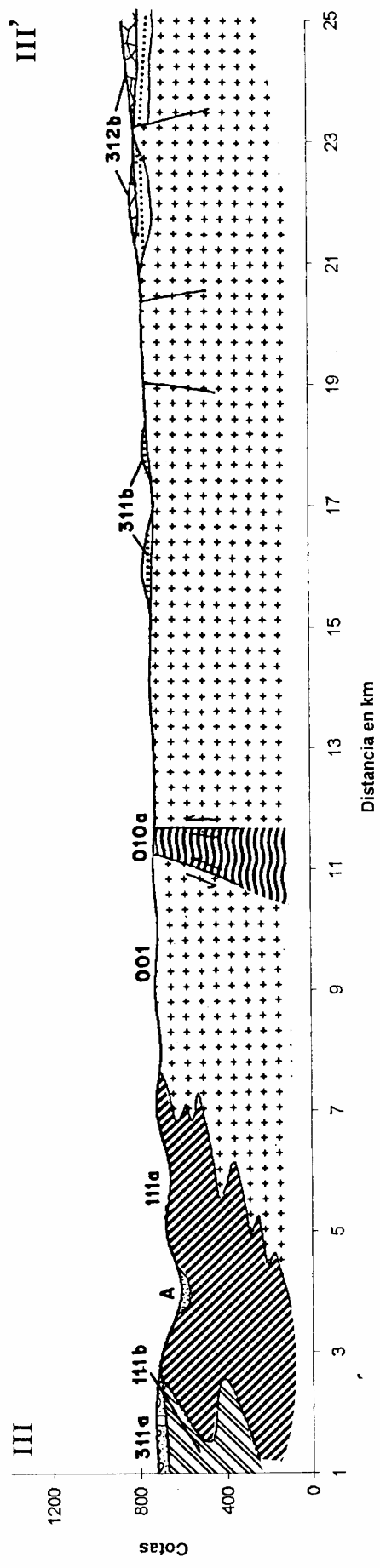


FIGURA 3.41. CORTES GEOLÓGICOS ESQUEMÁTICOS REALIZADOS EN LA ZONA 2.

### 3.3.3. Columna estratigráfica

Los grupos litológicos que se han definido en la Zona 2 se muestran en la columna estratigráfica correspondiente a la Figura 3.42.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA				
COLUMNA LITOLOGICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	ALUVIAL: ARENAS Y LIMOS CON GRAVAS	CUATERNARIO	A	GT6
	TERRAZA: ARENAS, LIMOS Y GRAVAS.		T	
	CONOS DE DEYECCION Y ABANICOS ALUVIALES: ARENAS Y LIMOS		D	
	COLUVIAL: ARENAS Y LIMOS CON CANTOS		C	
-----				
	CONGLOMERADOS Y ARENAS ARCOSICAS OCRES	OLIGOCENO	313b	GT3
	ARENAS ARCOSICAS Y CONGLOMERADOS		313a	
	CONGLOMERADOS, ARENAS ARCOSICAS Y ARCILLAS SUBARCOSICAS	EOCENO	312b	
	ARENISCAS SILICEAS Y CONGLOMERADOS	PALEOCENO	311b	GT4
	ARENISCAS Y CONGLOMERADOS		311a	GT3
-----				
	ESQUISTOS Y CUARCITAS	CAMBRICO INFERIOR	111b	GT2
	ESQUISTOS CON GRANATES		111a	
	ESQUISTOS Y GNEISES MICROGLANDULARES	PRECAMBRICO	010b	GT1
	GNEISES		010a	
-----				
	GRANITOS	HERCINICOS	001	GT1

Figura 3.42. Columna estratigráfica de la Zona 2.

### 3.3.4. Grupos litológicos

En este apartado se describen las formaciones litológicas diferenciadas en esta Zona 2. Son las siguientes:

ALUVIAL. ARENAS Y LIMOS CON GRAVAS, (A)

TERRAZA. ARENAS, LIMOS Y GRAVAS, (T)

CONOS DE DEYECCIÓN Y ABANICOS ALUVIALES. ARENAS Y LIMOS, (D)

COLUVIAL. ARENAS Y LIMOS CON CANTOS, (C)

Estas formaciones se encuentran descritas, respectivamente en el apartado 3.2 correspondiente a la Zona 1, ya que son más representativas y se encuentran con mayor extensión en dicha Zona.

CONGLOMERADOS Y ARENAS ARCÓNICAS OCRES, (313b)

ARENAS ARCÓNICAS Y CONGLOMERADOS, (313a)

ARENISCAS Y LUTITAS, (312d)

ARENISCAS SILÍCEAS Y CONGLOMERADOS, (311b)

ARENISCAS Y CONGLOMERADOS, (311a)

Estos grupos se encuentran descritos, respectivamente en el apartado 3.2 correspondiente a la Zona 1, ya que son más característicos de la misma.

ESQUISTOS Y CUARCITAS, (111b)

- Litología

Esta formación tiene escasa extensión y aparece en los vértices norte y sur del Tramo. Está constituida por una alternancia irregular de esquistos pizarrosos, algo arcillosos, de colores grises y verdosos, y aspecto satinado debido a las recristalizaciones de minerales arcillosos y micáceos; y areniscas cuarcíticas y filitas algo arenosas, que pasan lateralmente a cuarzo-filitas. Hay que señalar que estas rocas presentan una gran alteración superficial y que se hallan muy recubiertas por su propio suelo residual. Este es de naturaleza limo-arcillosa y provoca la mala calidad de los afloramientos.

La Figura 3.43 ofrece un aspecto muy parcial de los esquistos de este grupo (111b).



*Figura 3.43. Aspecto de detalle de los esquistos del grupo (111b), en un afloramiento muy recubierto de las proximidades de la localidad de Carrascal de Velambélez (Hoja 452-3). Nótese la gran alteración de la roca.*

- Estructura

Como consecuencia de las grandes deformaciones sufridas, estos materiales se encuentran intensamente plegados y fracturados, según una dirección general NO-SE (directrices hercínicas). Las estructuras que pueden ser observadas en los escasos afloramientos de este conjunto son la esquistosidad y el diaclasado. La primera es totalmente penetrativa en los miembros esquistosos, y suele estar ausente en las capas de areniscas. El diaclasado es intenso y produce la disgregación del macizo en gravillas lajosas, cantos y bloques.

- Geotecnia

Los materiales que componen este grupo se caracterizan por no ser erosionables, ni ripables, cuando se encuentran en estado sano. Muestran alteraciones en superficie, que dan lugar a suelos residuales, de desarrollo variable. Excepto en las áreas más alteradas, en donde la capacidad portante puede tener un valor medio, ésta es en general alta, y no se producirán asientos reseñables.

La fisuración de esta formación provoca que exista una permeabilidad muy baja, y por tanto un drenaje profundo deficiente. El drenaje superficial se realiza fácilmente, dada

la escasa permeabilidad de los materiales y las pendientes que presentan las zonas en donde aflora este conjunto litológico.

Las condiciones de estabilidad de los taludes estarán en función de la estructura de la formación en cada uno de ellos, y de la orientación que tengan las discontinuidades. Sin embargo, pueden ser considerados estables los taludes con diseños 3V:2H.

#### ESQUISTOS CON GRANATES, (111a)

##### - Litología

Se trata de una serie litológica con un grado mayor de metamorfismo que la unidad anterior y con la que entra en contacto hacia el Sur. Está compuesta por unos esquistos de color grises y verdes oscuros, casi negros, muy micáceos y con aspecto satinado. Ocasionalmente se intercalan lechos de cuarcitas de grano fino. Los minerales del grupo de los granates son característicos de la parte inferior de la serie.

Los terrenos formados por este conjunto metamórfico se hallan muy recubiertos por un suelo residual, limo-arcilloso, de desarrollo variable, que enmascara las características litológicas del mismo.

La Figura 3.44 corresponde al aspecto de detalle que presentan estos esquistos en las zonas más superficiales de los afloramientos.



*Figura 3.44. Esquistos del grupo de (111a) en un afloramiento de las proximidades de la cortijada de Casas de Valcamín Alto (Hoja 397-4). Puede observarse su grado de meteorización.*

- Estructura

Estos materiales tienen una estructura general de plegamiento según una orientación NO-SE, aunque las estructuras observables en los afloramientos son la esquistosidad y el diaclasado. La primera es totalmente penetrativa, y el segundo tiene espaciados decimétricos. La intersección de ambas discontinuidades produce la disgregación del macizo en lajas de diversos espesores, en cantos y bloques tabulares.

- Geotecnia

El aspecto más importante a tener en cuenta, y el que puede producir los principales problemas, es la presencia del horizonte superficial de alteración que tienen los materiales de este grupo. Al estar formado sobre todo por limos arcillosos, tiene una capacidad portante baja, y se pueden producir asientos de magnitudes altas. Al mismo tiempo, la probable plasticidad de estos materiales hace desaconsejable su uso como explanada. Estos fenómenos (capacidad portante baja y plasticidad) están agravados por una permeabilidad pequeña y un drenaje profundo deficiente. Por el contrario, la roca sana es un material no ripable, no erosionable, con capacidad portante alta e impermeable. El drenaje superficial es fácil, tanto en materiales alterados como en los sanos.

Los taludes artificiales observados en el Tramo son de alturas bajas y se mantienen estables con inclinaciones de  $65^\circ$  (2V:1H). Sin embargo, y como la estabilidad de los taludes realizados en este tipo de rocas depende de la estructura local, es necesario realizar estudios detallados de las discontinuidades en cada caso.

## ESQUISTOS Y GNEISES MICROGLANDULARES, (010b)

- Litología

Se trata de una formación caracterizada porque sus materiales muestran grados de metamorfismo variables.

El grado más bajo del metamorfismo lo presentan los esquistos. Estos son micáceos, de aspecto satinado, de colores grises oscuros y formados, principalmente, por cuarzo, moscovita, biotita, feldespato potásico y plagioclasa. A medida que aumenta el grado de metamorfismo, se produce una mayor blastesis y los esquistos pasan a ser gneises microglandulares, cuyas glándulas de feldespato tienen un tamaño máximo de 5 mm.

La Figura 3.45 corresponde al aspecto de detalle de los esquistos de este grupo litológico.

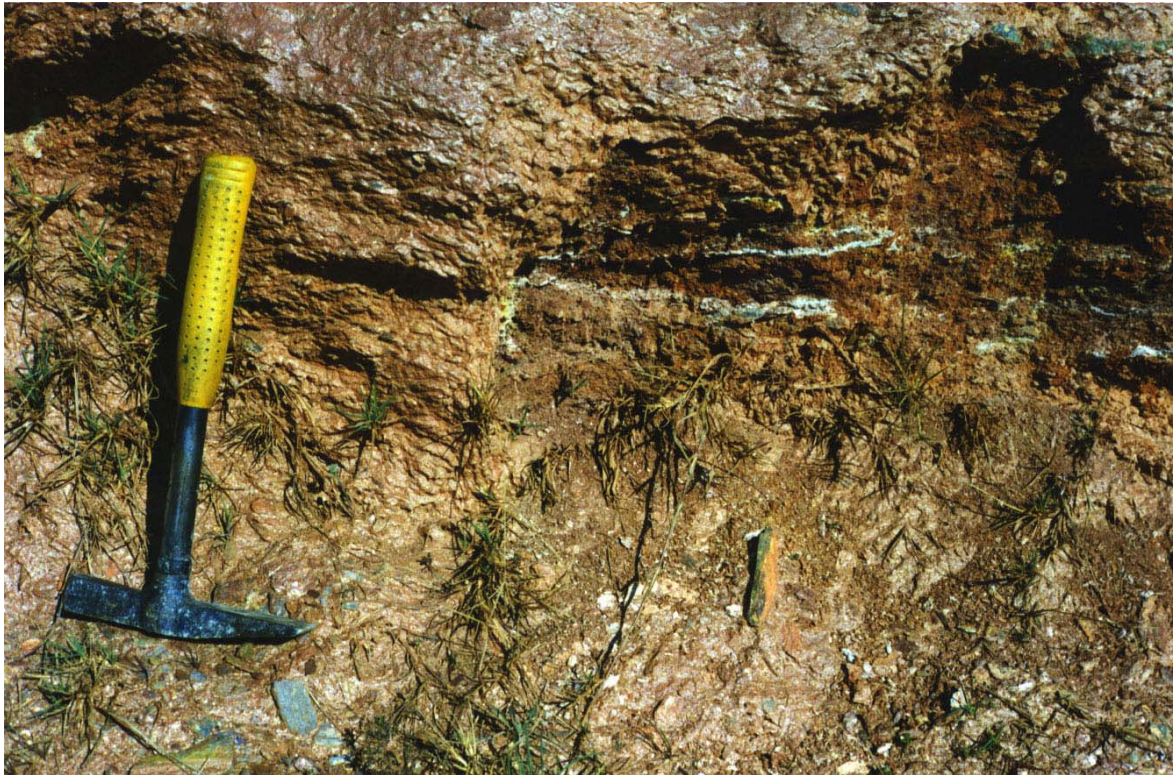


*Figura 3.45. Aspecto de detalle de los esquistos del grupo (010b), en las proximidades del p.k. 10 de la carretera C-527 (Hoja 397-4).*

Los esquistos se encuentran en superficie muy meteorizados, siendo el producto de alteración de la roca un suelo residual arcilloso y muy micáceo, con profusión de gravillas lajosas y de colores rojizos.

La Figura 3.46 muestra el aspecto de detalle del suelo residual desarrollado sobre los esquistos del grupo.





*Figura 3.46. Aspecto de detalle del suelo residual procedente de la meteorización de los esquistos (Roca completamente alterada-Grado V).*

- Estructura

Se trata de una formación que, por estar afectada por varias fases de deformación, muestra una gran complejidad estructural. Además, las rocas que la componen han sido transformadas por los efectos de un metamorfismo regional de grado medio y alto, que ha borrado la mayor parte de las estructuras originales. Lo que se observa en los afloramientos de esta formación es la esquistosidad, muy desarrollada y de bajo espaciado en los esquistos, y la foliación de los gneises. El diaclasado también es intenso y de pequeño y medio espaciado. La disgregación general del macizo se realiza en cantos, bloques y gravillas lajosas.

En la Figura 3.47 puede apreciarse la disposición de las rocas de esta formación.



*Figura 3.47. Visión panorámica de un afloramiento de los esquistos y gneises del grupo (010b), en las proximidades del p.k. 11 de la carretera C-527 (Hoja 397-4), en la que puede apreciarse un aspecto de la estructura de dichas rocas.*

- Geotecnia

Los esquistos de esta formación son rocas que presentan una gran propensión a alterarse, por lo que aparecen frecuentemente recubiertas por un suelo residual, arcilloso, con gran abundancia de micas y partículas lamosas alteradas. Estos horizontes, de baja capacidad portante, pueden dar lugar a asentamientos altos. Asimismo, su valor como explanada es escaso. Cuando las rocas están sanas, tienen alta capacidad portante, y no son ripables, ni erosionables.

La permeabilidad de todo el conjunto es baja, y origina un drenaje profundo difícil, que produce reblandecimientos en el horizonte de alteración. La escorrentía se desarrolla con facilidad, ya que las pendientes topográficas son adecuadas para ello.

Los taludes artificiales observados en esta formación son de baja altura, y aunque son estables con inclinaciones de  $50^\circ$ , pueden presentar caídas locales de cuñas, como muestra la Figura 3.48. En estas rocas la estabilidad estará en función de la estructura local que presente el macizo rocoso. Esta se establecerá mediante el estudio sistemático de las discontinuidades tomadas en estaciones geomecánicas.



*Figura 3.48. Talud de baja altura realizado en los esquistos del grupo (010b), en el p.j. 10 de la carretera C-527 (Hoja 397-4). Puede observarse la caída de una pequeña cuña en el pie del mismo.*

#### GNEISES, (010a)

##### - Litología

Se trata de la formación de rocas más antiguas del Tramo. Aparecen en dos áreas de escasa extensión existentes en los alrededores de la localidad de Las Enillas (Hoja 397-3) y al Noroeste de la población de Zamayón (Hoja 452-4).

Son gneises de grano medio con una marcada foliación formada por una blastesis leucocrática de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasas y otra melanocrática de biotita y moscovita. Los feldespatos aparecen frecuentemente formando glándulas centimétricas (Figura 3.49).



*Figura 3.49. Aspecto de detalle del gneis que constituye el grupo (010a), en las proximidades de la localidad de Las Enillas (Hoja 397-3). Puede observarse la calidad y la dureza del macizo.*

- Estructura

Se trata de rocas que han adquirido una estructura masiva por medio de la fusión de sus minerales, pero que localmente mantienen una foliación de directrices hercínicas (NO-SE). Lo normal es encontrar un diaclasado de espaciados variables, que producirá la separación de la roca en bloques y cuñas.

- Geotecnia

Son rocas no ripables, no erosionables y con capacidad portante elevada.

La permeabilidad, desarrollada por la red de fracturación de las rocas, es muy baja, y el drenaje profundo difícil. El drenaje superficial se realiza normalmente por escorrentía.

Existen taludes naturales escarpados cuya única inestabilidad es la caída local de algún bloque. Los taludes artificiales realizados en la formación son de alturas bajas y no muestran huellas de inestabilidades con inclinaciones de 50°. Sin embargo, el diseño para dar la estabilidad concreta de cada talud tendrá que estar determinado por la estructura del macizo en las zonas de los desmontes.

## GRANITOS, (001)

### - Litología

El complejo de rocas plutónicas, representado en algunos puntos del borde occidental Tramo del Estudio, está compuesto por granitos de grano medio y grueso, adamellíticos, de dos micas, en los que suele predominar la biotita. La textura es hipidiomorfa y porfídica, al aparecer grandes fenocristales de feldespato de hábito prismático.

Los minerales principales son el cuarzo, feldespato potásico y plagioclasas. Los subordinados son la biotita y la moscovita. Los accesorios, el apatito y el circón. Existen minerales accidentales como la sillimanita, la turmalina, los opacos y la allanita; así secundarios de alteración como la clorita y la sericita.

La Figura 3.50 corresponde a un aspecto de detalle de las rocas graníticas.

Las rocas graníticas se encuentran frecuentemente alteradas a un producto residual ("jabre granítico") de composición cuarzo-feldespática, de naturaleza arenosa. Estos horizontes de alteración se distribuyen irregularmente por el macizo granítico y pueden presentarse tanto en superficie, recubriendo las rocas sanas, como en profundidad, intercalándose entre ellas.



*Figura 3.50. Aspecto de detalle del granito del grupo (001) en un afloramiento próximo a la localidad de Juzbado (Hoja 452-3).*

- Estructura

La estructura general de las rocas graníticas es masiva, como corresponde a este tipo de materiales plutónicos. Además están afectadas por un diaclasado ortogonal de espaciado métrico, que produce la disyunción esferoidal tan típica en estos materiales.

- Geotecnia

Las características geotécnicas de las rocas graníticas están relacionadas con el grado de alteración que presentan.

Los granitos sanos no son ripables, ni erosionables, y cuentan con una capacidad portante muy alta. La permeabilidad, desarrollada por el diaclasado, genera un drenaje profundo deficiente. Por el contrario, el drenaje superficial discurre fácilmente por los berrocales formados por las rocas sanas.

Los granitos alterados o "jabres graníticos" poseen una capacidad portante media o baja (dependiendo del grado de alteración), y son erosionables y ripables. En estos materiales la permeabilidad está desarrollada por la porosidad intergranular que se produce tras la alteración de la roca, por lo que también está relacionada con el grado de calidad de la misma. Por este motivo, los materiales alterados más compactos tendrán una permeabilidad media, y los más flojos una permeabilidad alta. Los drenajes profundos producidos en uno o en otro caso serán moderados y fáciles, respectivamente. Las superficies de contacto entre la roca sana y los "jabres graníticos" son vías preferentes en la circulación del agua subterránea.

Los taludes observados en los granitos son de alturas medias, tienen inclinaciones medias de  $55^\circ$ , y no presentan inestabilidades importantes, excepto caídas locales de bloques y algunos desplomes de material meteorizado (Figura 3.51).



*Figura 3.51. Talud de altura media realizado en el granito del grupo (001), en las proximidades de El Arco (Hoja 452-4).*

Hay que tener en cuenta la posibilidad de que queden "bolas" graníticas "colgadas" en posición de equilibrio límite, que pueden llegar a deslizar ante períodos de precipitaciones extremas. En estos casos, las diaclasas que merecen un estudio más detallado son las que se desarrollan en el plutón granítico por descompresión del mismo y que, al adaptarse a la topografía, adquieren inclinaciones que pueden ser desfavorables al ser cortadas en los desmontes. El estudio de detalle de estas discontinuidades deberá tener en cuenta el buzamiento, el espaciado, la continuidad y su relación con otras diaclasas, la apertura, la rugosidad, el relleno y su composición, y la posible presencia de agua.

### **3.3.5. Grupos geotécnicos**

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

- Grupo geotécnico GT1

Grupo compuesto por rocas graníticas y gnéisicas. Son rocas cristalinas, masivas, duras y coherentes, y no ripables. Tienen una permeabilidad baja, que se desarrolla por la red de fracturación, y que origina un drenaje profundo en general deficiente. La

capacidad portante de las rocas sanas es alta. Sin embargo, es frecuente encontrarlas alteradas y transformadas en "jabres graníticos", que tienen capacidad portante media. Asimismo, estas zonas alteradas son fácilmente erosionables y ripables. Los taludes que se realicen en rocas sanas pueden tener inestabilidades gravitacionales de carácter local, debido al diaclasado. Cuando la roca se encuentre alterada, las superficies de los taludes van a estar sometidas a desplomes, a la erosión, y se pueden producir abarrancamientos.

En esta Zona 2, las formaciones (001) y (010a) son las que componen este grupo geotécnico GT1.

- Grupo geotécnico GT2

Grupo compuesto por rocas metamórficas, esquistosas, con intercalaciones de cuarcitas y de gneises microglandulares. Se trata de rocas afectadas por una deformación tectónica importante, por lo que se encuentran esquistosadas y fracturadas. Son materiales difícilmente erosionables, no ripables, y cuya permeabilidad, baja, está condicionada por la red de fracturación. La capacidad portante es alta y no se producirán asientos de interés. Sin embargo, en los horizontes de alteración que recubren frecuentemente a estas formaciones, la capacidad portante disminuye y se pueden producir asientos de magnitudes altas. Los taludes pueden presentar inestabilidades gravitacionales (bloques y cuñas), según resulten las condiciones de la red de fracturación.

En esta Zona 2, el grupo geotécnico GT2 comprende a las formaciones (111b), (111a) y (010b).

- Grupo geotécnico GT3

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



En esta Zona 2 el grupo geotécnico GT3 está formado por los grupos litológicos (311a), (312b), (313a) y (313b).

- Grupo geotécnico GT4

Grupo formado por areniscas y conglomerados, silicificados, y por silcretas. Se trata de un conjunto litológico formado por rocas muy duras por su gran cementación silícea. La permeabilidad general es baja y el drenaje profundo difícil. La capacidad de infiltración de estos materiales es pequeña y el drenaje superficial es fácil por escorrentía. Son materiales no ripables, no erosionables, y su capacidad portante es alta.

En la zona 2, el grupo geotécnico GT4 está formado por la formación (311b).

- Grupo geotécnico GT6

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

En esta Zona 2 el grupo geotécnico GT6 está compuesto por las formaciones (A), (T), (D) y (C).

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

La Zona 2 está constituida fundamentalmente por rocas metamórficas, precámbricas y paleozoicas, y por rocas graníticas.

El principal obstáculo geotécnico planteado en la Zona 2 es la baja ripabilidad que muestran los materiales que conforman los macizos rocosos. Ello significa que para su excavación será necesario el empleo de voladuras, que producen un encarecimiento de las obras. La contrapartida favorable a este obstáculo es contar con unas capacidades portantes altas, aptas para cualquier tipo de cimentación. Los horizontes de alteración pueden dar lugar a asentamientos elevados y diferenciales.

En los taludes de excavación, un fenómeno a considerar es la probable aparición de inestabilidades gravitacionales, desarrolladas a favor de las distintas superficies de discontinuidad. La orientación e inclinación del talud, en combinación con dichas superficies,

puede dar lugar a deslizamientos de cuñas y bloques. Las áreas de alteración que sean cortadas por las excavaciones sufrirán erosión y producirán el aterramiento de las cunetas.

El resto de las formaciones geológicas, que inciden con relativa extensión en esta Zona 2, son de naturaleza detrítica. Plantean sobre todo problemas de erosión y desmoronamientos en las superficies de los taludes. En el grupo litológico (311b) se originarán caídas de bloques y cuñas, como consecuencia del diaclasado, así como los derivados de su escasa ripabilidad.

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

### **4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRÁFICOS**

El Tramo Zamora-Salamanca discurre en su mayor parte por un territorio de topografía muy suave, formado por extensas planicies de altura media elevada, en las que la presencia de algunos relieves de mayor altura no supone ningún obstáculo para la ejecución de vías de comunicación. Únicamente son las laderas de los principales valles de la región las que imponen alguna dificultad, ya que, en algunos casos, son escarpadas. En estos casos los trazados han de ir ascendiendo diagonalmente para mantener las pendientes suaves. Los ríos principales, como es el caso del Duero y del Tormes, al Norte y Sur del Tramo, respectivamente, condicionan la realización de grandes viaductos.

### **4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLÓGICOS**

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

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

- Socavaciones en las pilas de las estructuras, cuando la cimentación de las mismas no se encuentra lo suficientemente empotrada en el terreno más firme.
- Acumulación de detritos y vegetación, arrastrados por la corriente, y posterior obstrucción de las embocaduras de los tubos de desagüe que atraviesen terraplenes, con el consiguiente peligro para los mismos. Además, este efecto puede producir el rebosamiento de las aguas por encima de la calzada (Figura 4.1).



*Figura 4.1. Aspecto panorámico del río Tormes después de una crecida. Puede observarse la acumulación de restos vegetales en un puente, que indican el nivel que han tomado anteriormente las aguas. Proximidades de la localidad de Almenara de Tormes (Hoja 452-3).*

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

El resto del Tramo, constituido por depósitos terciarios y cuaternarios, corresponde a un terreno de planicies suavemente alomadas, separadas por valles fluviales de fondo plano. Las laderas de estos valles son estables, ya que los materiales están suficientemente preconsolidados. En esta zona, se van a producir pequeñas erosiones producidas en las márgenes derechas de los ríos y en alguna ladera de mayor pendiente, el principal problema geomorfológico lo constituyen las áreas endorreicas o semiendorreicas. Estas áreas, abundantes y provocadas por un gradiente topográfico escaso, imponen una gran dificultad a la escorrentía, quedando el agua atrapada y formando charcas. Además este fenómeno está favorecido en aquellas zonas donde existe una litología poco permeable, o bien un suelo residual de naturaleza arcillosa.

### **4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS**

Los problemas geotécnicos en este Tramo son escasos y pueden ser diferenciados en dos grupos. Los correspondientes a las rocas metamórficas y plutónicas, y los producidos por las formaciones terciarias y cuaternarias.

Las rocas metamórficas y plutónicas, que no son ripables, han de ser excavadas por medio de voladuras. El diseño de los taludes que se ejecuten en ellas ha de tener en cuenta la orientación y el espaciado de la red de discontinuidades que les afecta, ya que es previsible la aparición de deslizamientos de cuñas y bloques (Figura 4.2), así como caídas generalizadas de cantos lajosos. Además estas rocas tienen normalmente un horizonte de alteración (Figura 4.3), de baja a media capacidad portante, que es necesario retirar en las cimentaciones de estructuras o de terraplenes.

Las formaciones detríticas cenozoicas (terciarias y cuaternarias) no van a presentar problemas en su excavación, aunque los taludes que se realicen en ellas han de estar diseñados para paliar los efectos de la erosión. Esta erosión va a producir abarrancamientos y acarcavamientos, en los materiales homogéneos, y descalces de bloques, en las formaciones heterogéneas. En el primer caso se producirá el aterramiento de las cunetas y otras obras de drenaje, y en el segundo, la caída de dichos bloques a las calzadas. Un problema específico de los miembros más arcillosos del grupo (312a) es la posible aparición de inestabilidades rotacionales en los taludes que se realicen en ellos (Figura 4.4). La cimentación de estructuras y de terraplenes tendrá que ser realizada en los niveles de mayor firmeza, por lo que habrá de ser retirado el horizonte superficial de alteración. Este horizonte corresponde al área afectada por la meteorización química, existente en todas las formaciones, y especialmente en las terciarias menos consolidadas.



*Figura 4.2. Cuña desarrollada en un talud realizado en los esquistos del grupo (010b) y deslizada a favor de uno de los planos de discontinuidad.*



*Figura 4.3. Suelo residual arcilloso desarrollado sobre los esquistos del grupo (111a).*



*Figura 4.4. Deslizamiento de un pequeño talud realizado en las limolitas y margas del grupo (312a), en las proximidades de Peleas de Abajo (Hoja 397-2).*

#### **4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS**

Como resultado del análisis topográfico, geomorfológico y geotécnico del Tramo Zamora-Salamanca, y teniendo en cuenta los condicionantes que significan las carreteras y las poblaciones actuales, en este apartado se llega a la determinación de dos corredores viarios que se considera son los más adecuados para enlazar los distintos sectores del Tramo entre sí y con las áreas geográficas adyacentes. Dichos corredores han sido denominados "CT-1" y "CT-2". En el corredor "CT-2" se han considerado dos opciones, reseñadas como "CT-2a", "CT-2b".

En la Figura 4.5 se muestran esquemáticamente estos corredores de trazado, y las distintas opciones.

El corredor "CT-1" coincide básicamente con el ocupado en la actualidad por la carretera N-630. Entra en el Tramo por su borde norte, aprovechando la infraestructura de la variante de Zamora, hasta las proximidades septentrionales de la ermita del Cristo de Morales. Desde aquí se desvía hacia el SSE, salva la localidad de Morales del Vino por el Este y se dirige, con la misma dirección, hasta las cercanías de la desviación a Cazurra, desde donde vuelve a tomar el trazado de la actual N-630. Coincide con ella, salvo pequeñas mejoras de trazado

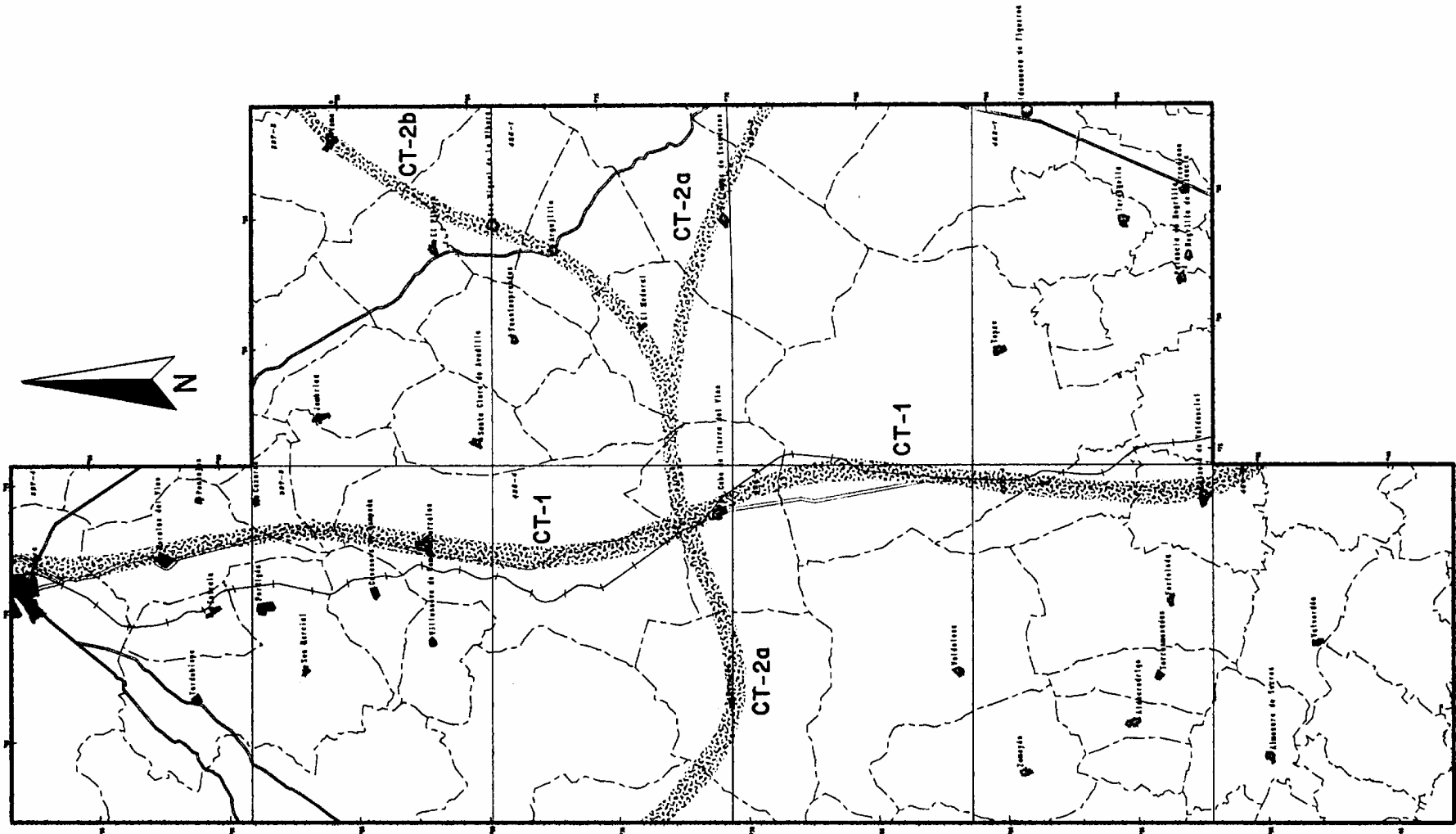
y las correspondientes variantes a las poblaciones (Corrales del Vino y Peleas de Arriba), hasta la localidad de El Cubo de la Tierra del Vino. A partir de esta población, que salva por el Este, el corredor propuesto vuelve a tomar una dirección SSE, desviándose de la carretera actual, hasta las proximidades del apeadero de Villanueva del Cañedo, en donde vuelve a tomar el trazado de la N-630, hasta su salida del Tramo por el borde meridional, después de una pequeña mejora del mismo, desde la zona norte de Calzada de Valdunciel, cuya población es salvada por el Este. Discurre en su totalidad por formaciones detríticas terciarias y cuaternarias, por lo que no plantea problemas topográficos ni geotécnicos, y los geomorfológicos están únicamente producidos por la presencia de áreas de drenaje difícil o de encharcamientos de las llanuras de inundación de algunos ríos, ante precipitaciones máximas.

La solución "CT-2" corresponde a un tramo de un corredor de gran longitud, considerado como una opción de futuro para mejorar la comunicación Este-Oeste, entre distintos puntos de la carretera N-VI (fuera del Tramo) y la frontera con Portugal (fuera del Tramo). El itinerario general de este corredor podría ser, de Este a Oeste, el siguiente: Medina del Campo (N-VI)-Fuentesaúco-El Cubo de la Tierra del Vino (N-630)-Bermillo de Sayago-Frontera portuguesa (por Miranda do Douro). Dentro del Tramo de Estudio pueden considerarse dos trazados: El "CT-2a" y el ramal "CT-2b".

La opción "CT-2a" penetraría en el Tramo por su borde oriental, coincidiendo, aproximadamente, con la carretera local que une las poblaciones de El Cubo de la Tierra del Vino y Fuentesaúco, a unos 2 km de esta última localidad. Desde este punto, y desviándose por el Norte, salvaría, por medio de una variante, la población de Villamor de los Escuderos, y volvería a la carretera de Fuentesaúco en el cruce de ésta con la de El Maderal y Argujillo, desde donde la seguiría en su totalidad, hasta el cruce con la N-630. Desde esta posición tomaría prácticamente el corredor ocupado por la carretera de unión de El Cubo de la Tierra del Vino y Peñausende (fuera del Tramo), con las mejoras de trazado necesarias y la variante correspondiente a la población de Mayalde. Este corredor discurre casi en su totalidad por los materiales detríticos terciarios de la formación (312c) y cuaternarios aluviales. Solamente pasa por materiales graníticos en su salida del Tramo por el borde occidental. No presenta problemas topográficos, ni geotécnicos. Los problemas geomorfológicos que pueden presentarse están motivados por la existencia de zonas encharcables y posibles inundaciones de algunos ríos, en épocas de grandes precipitaciones.

La opción "CT-2b" corresponde a un posible ramal que, parte, de forma aproximada, del corredor "CT-2a", a la altura del cruce de las carreteras de Fuentesauco y de El Maderal. Se dirige hacia el Noreste, pasando por las poblaciones de El Maderal, Argujillo (C-605) y San Miguel de la Ribera, salvando cada una de ellas con su variante correspondiente. Desde esta última localidad se desvía de cualquier trazado establecido y, tomando orientación NNE, llega hasta la vecindad de Venialbo, desde donde sale de la zona de estudio en dirección a la villa de Toro (fuera del Tramo) y desde aquí, por la carretera N-122, a Tordesillas (N-VI) (fuera del Tramo). Este corredor discurre por una zona de materiales terciarios (formación 312c) sin problemas reseñables.





**LEYENDA**

NUCLEOS DE POBLACIÓN  
 CARRETERAS  
 FERROCARRIL  
 TÉRMINO MUNICIPAL

ESCALA ORIGINAL 1:200.000

ESCALA GRÁFICA  
 0 5 km



CORREDOR DE TRAZADO

**FIGURA 4.5. ESQUEMA DE CORREDORES DE TRAZADOS 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**

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

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

### **5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS**

En el Tramo estudiado no existen materiales rocosos susceptibles de ser explotados para la obtención de áridos para carreteras. Por este motivo, se ha considerado una zona granítica, formada por un granito microgranudo, de color oscuro, poco alterado y que muestra una gran dificultad a disgregarse (Figura 5.1). Se trata de una cantera (Figura 5.2), actualmente inactiva, abierta para la obtención de granito ornamental y situada en las proximidades septentrionales de la localidad de Malillos (fuera del Tramo). Dicha población se encuentra a unos ocho kilómetros del borde noroccidental del Tramo, por la carretera C-527.



*Figura 5.1. Aspecto de detalle de los granitos negros y microgranudos de Malillos (fuera del Tramo).*

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



*Figura 5.2. Cantera de granito negro, microgranudo, de la localidad de Malillos (fuera del Tramo).*

### **5.3. YACIMIENTOS GRANULARES**

El Tramo Zamora-Salamanca, aunque no cuenta con muchas graveras en actividad, presenta un abundante potencial para la apertura de yacimientos granulares, debido a la gran extensión que alcanzan algunos valles fluviales, rellenos por formaciones aluviales (grupo A1) y de terraza (grupo T1). Estos yacimientos están compuestos por gravas y arenas, y son más abundantes en los sectores norte y sur del Tramo (depósitos aluviales de los ríos Duero y Tormes, respectivamente).

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

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

En este apartado, además de los grupos mencionados anteriormente (A1 y T1) hay que añadir las formaciones de glacis (G1), coluviales (C1), (311a), (312b), (313a), (313b) y (321), aunque éste último tiene una extensión tan reducida que sólo podría ser utilizado para obras locales. Todos estos grupos, por su composición y litología, serán válidos para utilizarlos en la construcción de terraplenes.

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

Las Figuras 5.3 y 5.4 corresponden a dos areneros en donde se han explotado los materiales granulares de las formaciones (311a) y (312b).

Para la ejecución de pedraplenes en el Tramo estudiado pueden utilizarse como materiales adecuados, aquellos productos pétreos procedentes de la excavación de granitos (001), así como areniscas y conglomerados silíceos (porcelanitas) del grupo (311b). De estas rocas existen cuatro canteras inactivas, actualmente ocupadas por vertidos urbanos, en las proximidades de la localidad de Zamora, de las que se han obtenido bloques para dedicarlos a los sillares de las construcciones. Requerirán un estudio especial los esquistos, los gneises y las margas. Se consideran rocas inadecuadas las costras calcáreas, las arcosas y las limolitas, así como las areniscas y los conglomerados de formaciones terciarias, que, por estar poco cementados, se disgreguen al ser compactados, o se desgasten al estar en la intemperie.



*Figura 5.3. Arenero situado en las proximidades del p.k. 6,5 de la carretera C-527 (Hoja 397-4), en el que se han obtenido arenas y gravas de la formación (311a).*

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



*Figura 5.4. Arenero situado en las proximidades de la localidad de Valdelaosa (Hoja 425-3), en el que se han explotado materiales del grupo (312b).*

## **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 5.5, y cuyas características se resumen en los cuadros adjuntos.

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

**CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS**

YACIMIENTO	LOCALIZACIÓN	GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS
YR-0	Hoja - U.T.M.: 001	001	Granito microgranudo	Carretera local a Maillos, desde carretera C-527 fuera Tramo)  INACTIVA
YR-4	Hoja 397-4 U.T.M.: 675963	311b PEDRAPLÉN	Areniscas y conglomerados silíceos	Carretera C-527 y camino de acceso a las canteras por p.k.2  INACTIVA
YR-5	Hoja 397-4 U.T.M.: 680964	311b PEDRAPLÉN	Areniscas y conglomerados silíceos	Carretera C-527 y camino de acceso a las canteras por p.k. 2  INACTIVA
YR-6	Hoja 397-4 U.T.M.: 685962	311b PEDRAPLÉN	Areniscas y conglomerados silíceos	Carretera C-527 y camino de acceso a las canteras por p.k. 2  INACTIVA
YR-8	Hoja 397-4 U.T.M.: 675941	311b PEDRAPLÉN	Areniscas y conglomerados silíceos	Carretera C-527, p.k. 5  INACTIVA

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

**CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES Y DE MATERIALES DE PRÉSTAMOS**

YACIMIENTO	LOCALIZACIÓN	GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS
YG-1	Hoja 397-4 U.T.M.: 677979	T	Gravas y arenas	Río Duero, carretera local a Carrascal, p.k. 2,800  SUSCEPTIBLE DE EXPLOTACIÓN
YG-2	Hoja 397-4 U.T.M.: 726966	T	Gravas y arenas	Río Duero, carretera C-605, p.k. 2,200  SUSCEPTIBLE DE EXPLOTACIÓN
YG-3	Hoja 397-4 U.T.M.: 745964	T	Gravas y arenas	Río Duero, carretera local a Moraleja del Vino. Sin acceso  SUSCEPTIBLE DE EXPLOTACIÓN
YP-7	Hoja 397-4 U.T.M.: 685616	311a	Arenas y gravas	Carretera C-527, p.k. 6,500.  INACTIVA.
YP-9	Hoja 425-3 U.T.M.: 686384	312b	Arenas	Carretera local a Valdelaosa, p.k. 7,100.  INACTIVA.

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

**CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES Y DE MATERIALES DE PRÉSTAMOS**

<b>YACIMIENTO</b>	<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>GRUPO LITO-LÓGICO</b>	<b>TIPO DE ROCA</b>	<b>ACCESOS</b>
YG-10	Hoja 425-2 U.T.M.: 768650	A	Gravas y arenas	Arroyo de San Cristóbal, camino vecinal a S. Cristóbal del Monte  SUSCEPTIBLE DE EXPLOTACIÓN
YP-11	Hoja 452-4 U.T.M.: 648557	312b	Arenas	Aldearrodrigo, antigua cerámica  INACTIVA

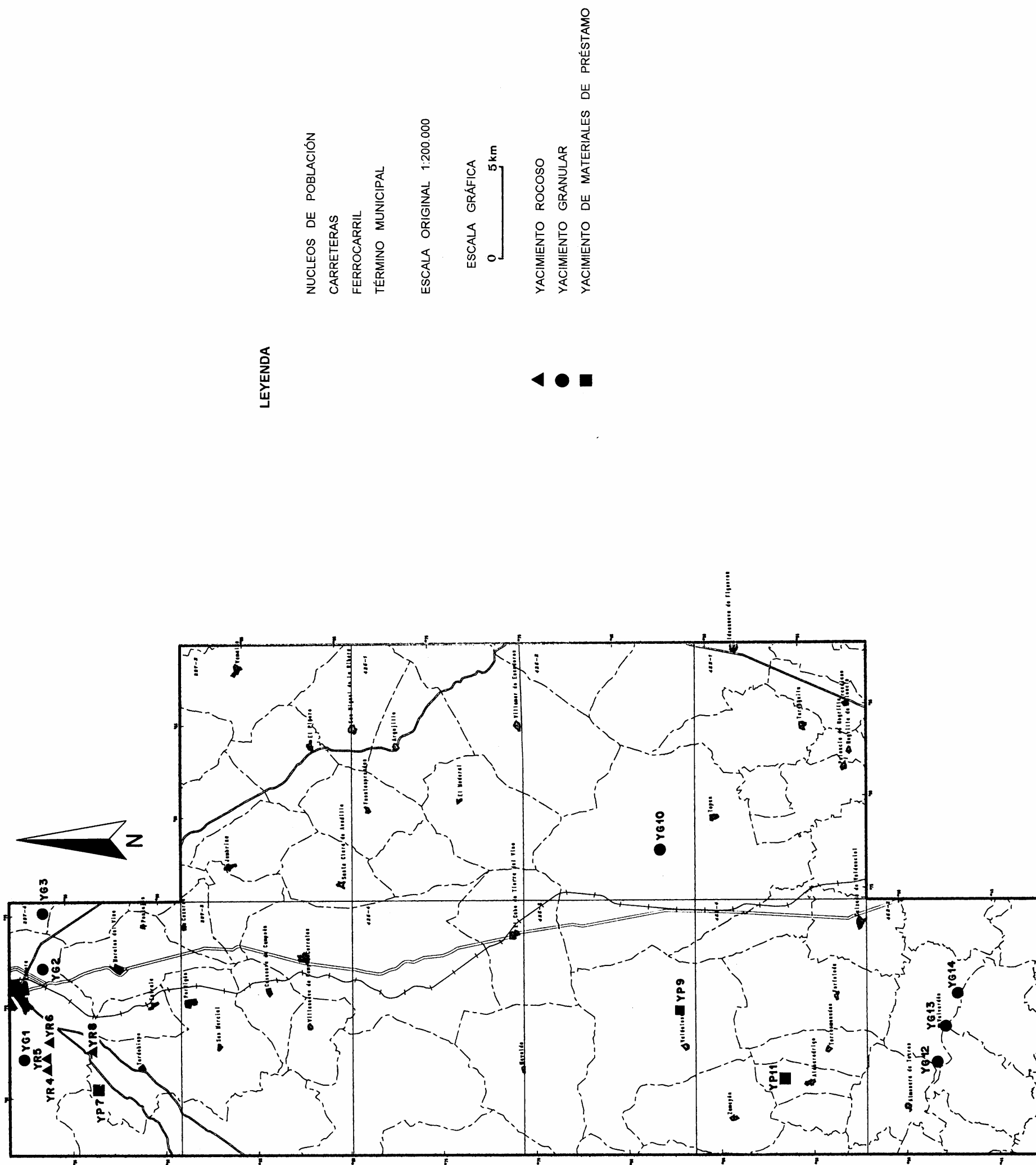


**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

**CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES Y DE MATERIALES DE PRÉSTAMOS**

YACIMIENTO	LOCALIZACIÓN	GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS
YG-12	Hoja 452-3 U.T.M.: 653476	T	Gravas y arenas	Río Tormes, en las proximidades de Valverdón  INACTIVA
YG-13	Hoja 452-3 U.T.M.: 673476	T	Gravas y arenas	Límite sur de la población de Valverdón. (Río Tormes)  ACTIVIDAD INTERMITENTE
YG-14	Hoja 452-3 U.T.M.: 686470	T	Gravas y arenas	Río Tormes, en las proximidades de Zorita  ACTIVA
YG-15	Hoja 478-4 U.T.M.: 707429	T	Planta de aglomerantes Árido silíceo	Río Tormes, en las proximidades de Villamayor (fuera del Tramo).  ACTIVA

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



**FIGURA 5.5. SITUACIÓN DE YACIMIENTOS ROCOSOS, GRANULARES, Y DE MATERIALES DE PRÉSTAMO.**

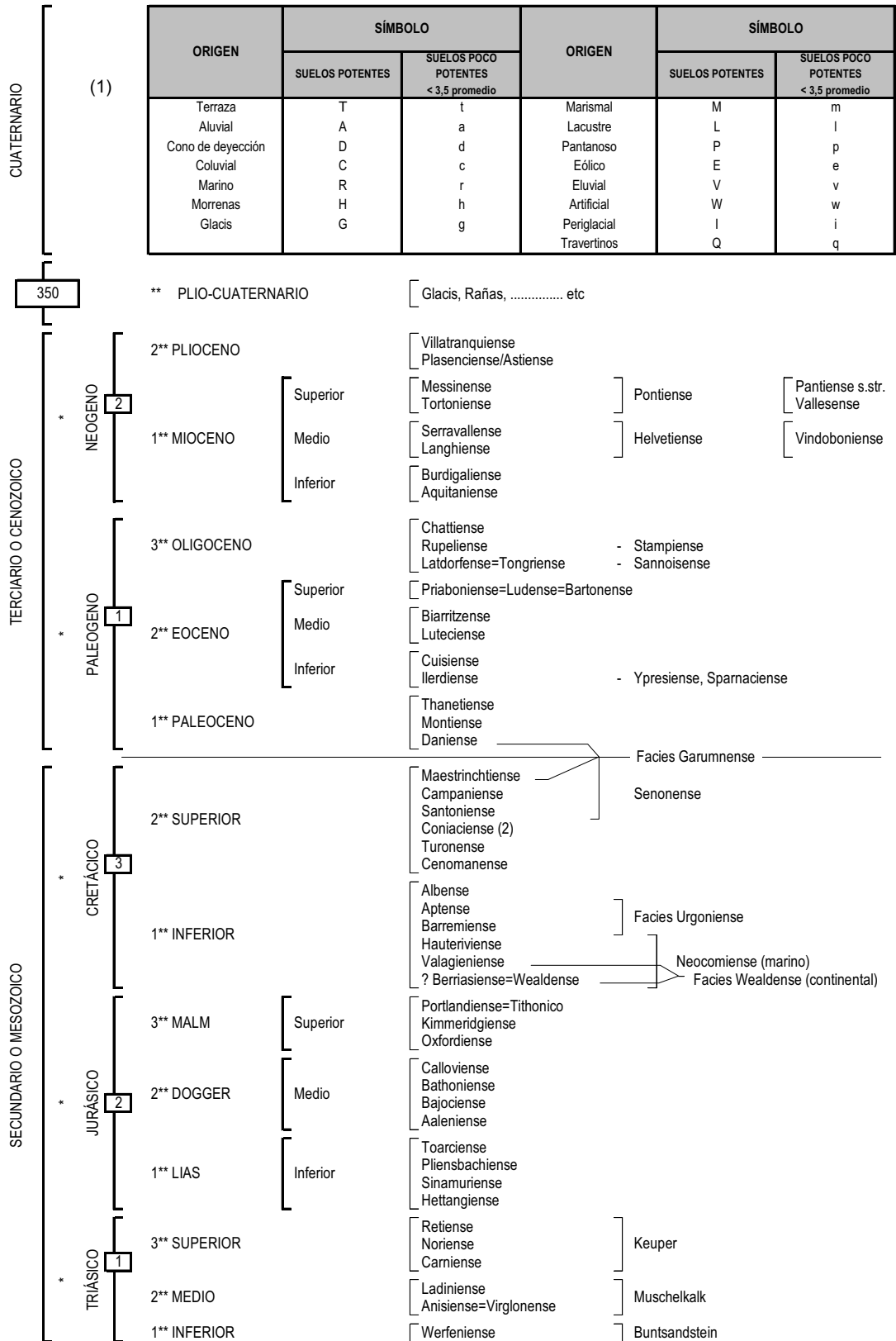
## 6. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ALONSO GAVILÁN, G.; CORRALES, I., Y CORROCHANO, A, (1974).- "Sedimentación rítmica en el Paleógeno de Almenara de Tormes (Salamanca)". Estv. Geol., vol X, pp. 17-29.
- CORROCHANO, A, (1974).- "Características de la Sedimentación paleógena en los alrededores de Salamanca". Estv. Geol., vol. VII, pp.7-39.
- CORROCHANO, A., Y QUIROGA, J.L, (1974).- "La discordancia Paleozoica Terciaria al SO de Zamora". Estv. Geol., vol. VII, pp. 123-130.
- I.G.M.E., (1987).- "Manual de Taludes". Serie Geotecnia.
- I.G.M.E., (1986).- "Mapa Geológico de España a escala 1:200.000, Hoja nº 29: Valladolid".
- I.G.M.E., (1986).- "Mapa Geológico de España a escala 1:200.000, Hoja nº 37: Salamanca".
- I.G.M.E., (1980).- "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Serie Magna. Hoja nº 397: Zamora".
- JIMENEZ FUENTES, E., (1972).- "El Paleógeno del borde SO de la cuenca del Duero, los escarpes del Tormes". Estv. Geol., vol. III, pp.67-110. Salamanca.
- M.O.P.U., (1981).- "Desmontes. Estado actual de la técnica". Dirección General de Carreteras.
- M.O.P.U., (1989).- "Terraplenes y pedraplenes". Área de Tecnología, de la Dirección General de Carreteras.
- PARGA, J.R., (1969).- "Sistemas de fracturas tardihercínicas del Macizo Hespérico". Trab. del Lab. Geol. de Lage, vol. 37, pp. 1-15.
- SAN JOSÉ, M.A., (1983).- "El Precámbrico de la Zona Centro-Ibérica y su borde oriental. El complejo sedimentario pelítico-grauváquico". Libro jubilar J.M. Ríos, Tomo 1, pp. 91-100. I.G.M.E.
- ZAMARREÑO, I., (1983).- "El Cámbrico en el Macizo Ibérico. El Antiforme del Olló de Sapo y la parte más septentrional de la Zona Centro-Ibérica". Libro jubilar J.M. Ríos, Tomo 1, pp. 170-172. I.G.M.E.

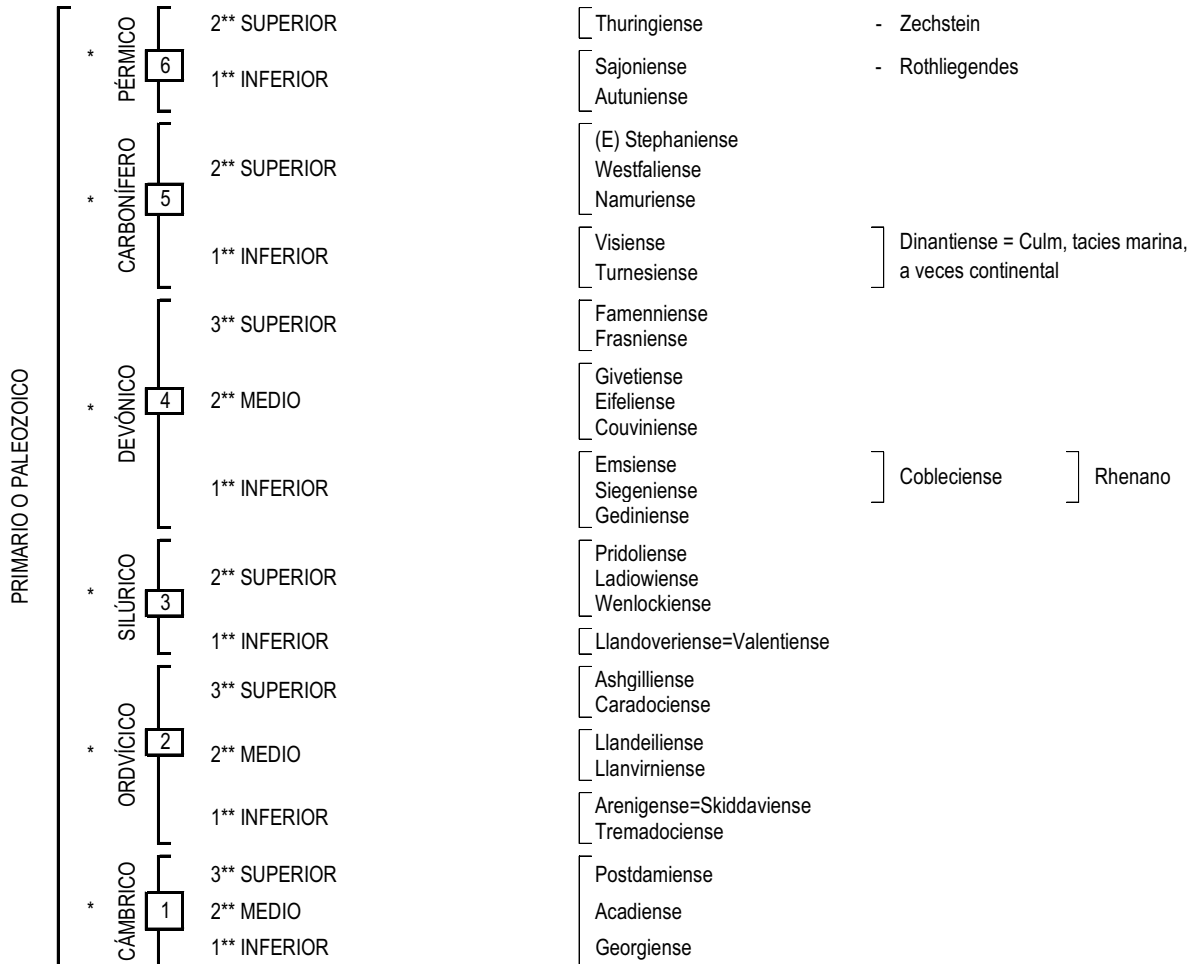
## **7. ANEJOS**

## **7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS**

## COLUMNA ESTRATIGRÁFICA



## COLUMNA ESTRATIGRÁFICA



PRECÁMBRICO    010    \*\*

Los materiales cristalinos de edad indeterminada se denominarán (001)\*\* para rocas masivas y (002) para diques.

(1) Los materiales cuaternarios se cartografiarán con la letra correspondiente a suelos potentes o poco potentes.

(2) Es discutida la pertenencia del Coniaciense al Senonense.

\* Los grupos litológicos indeterminados estratigráficamente se denominarán con la primera cifra correspondiente a la era añadiendo dos ceros como signo de indeterminación para el 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.). Por tanto sólo se puede dar una valoración cualitativa de dichas características.

### **Ripabilidad**

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

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

## Capacidad portante

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

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

## Estabilidad de taludes

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

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

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

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

### **Drenaje**

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

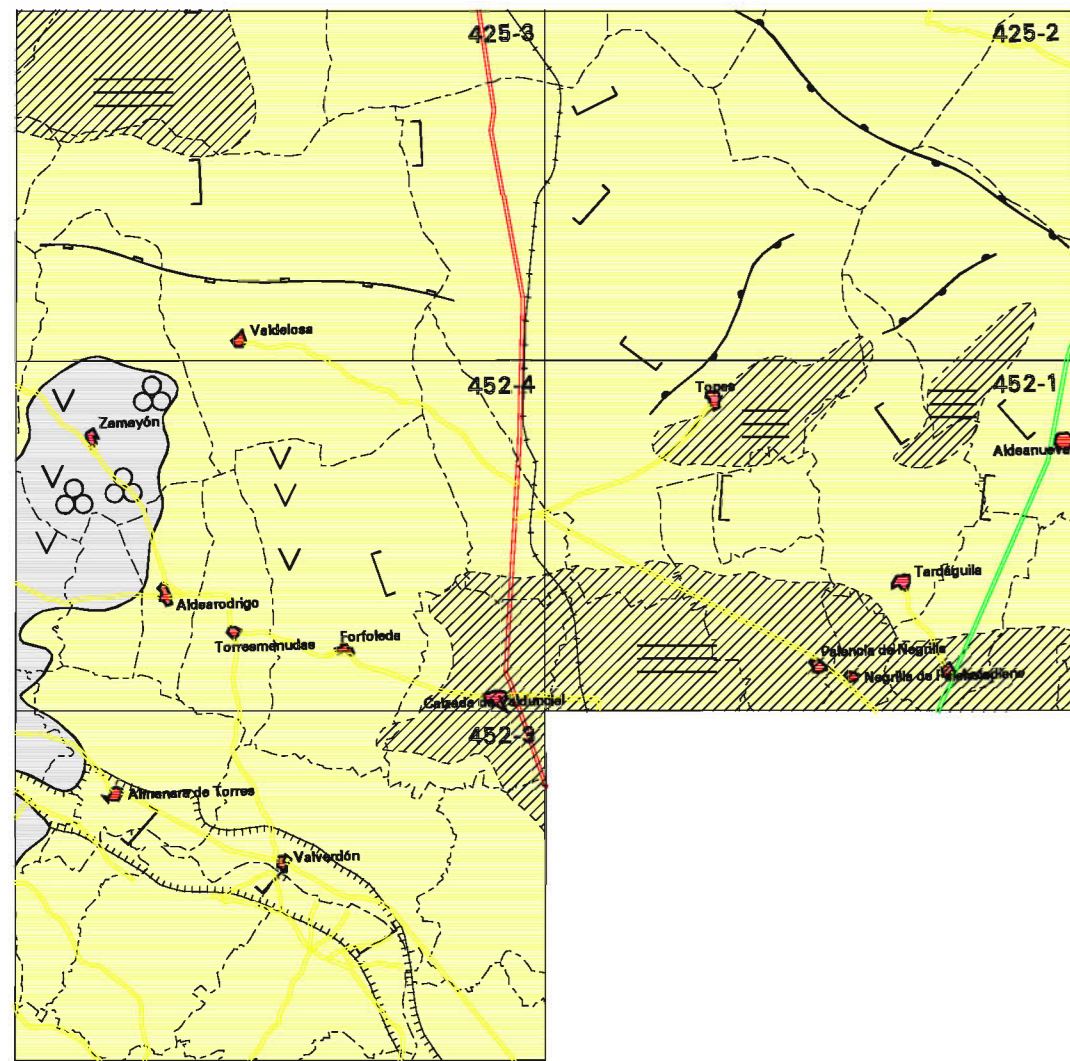
## **8. PLANOS**

# MAPA LITOLÓGICO - ESTRUCTURAL

(ESCALA 1 : 50.000)

## ESQUEMA GEOMORFOLÓGICO

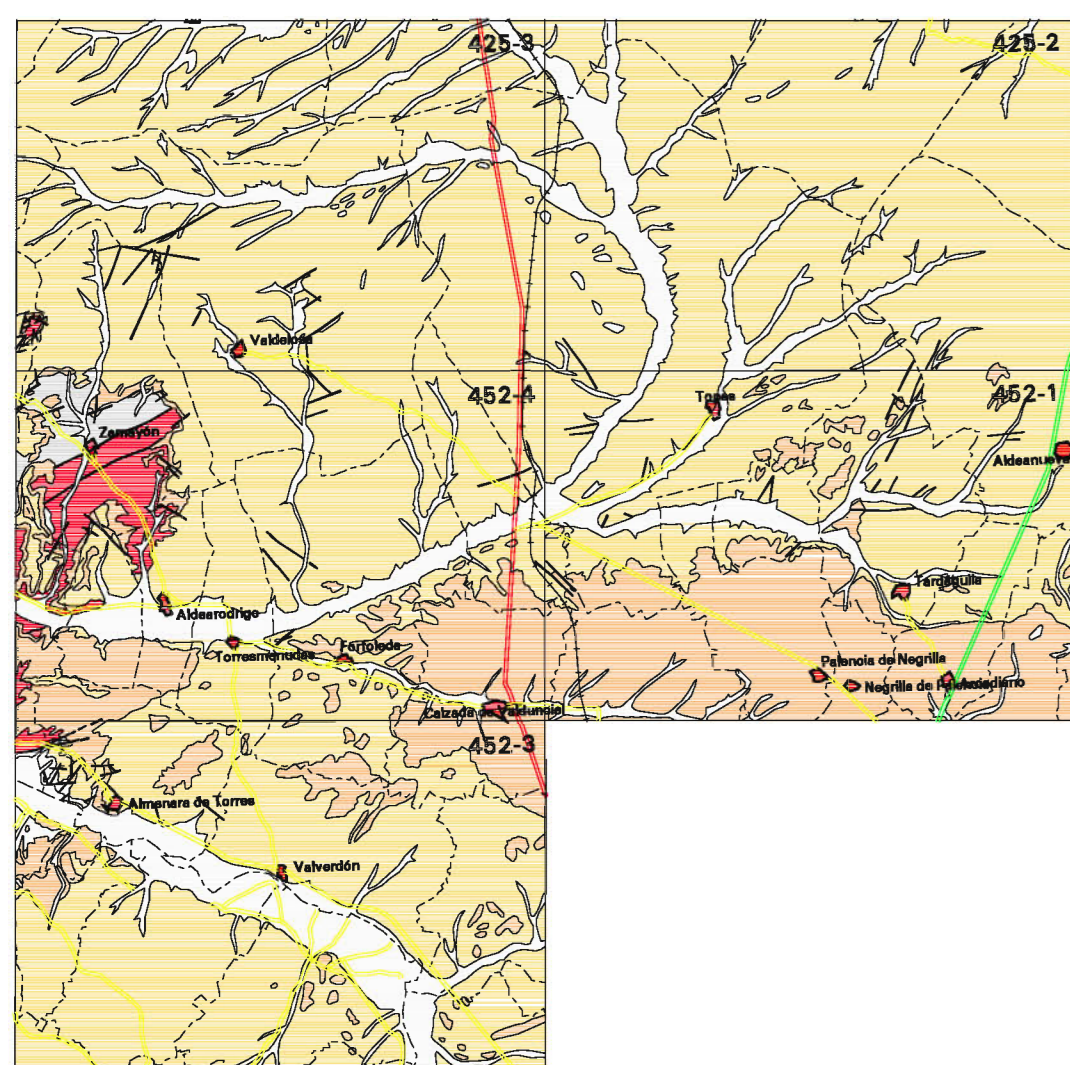
(ESCALA 1 : 200.000)



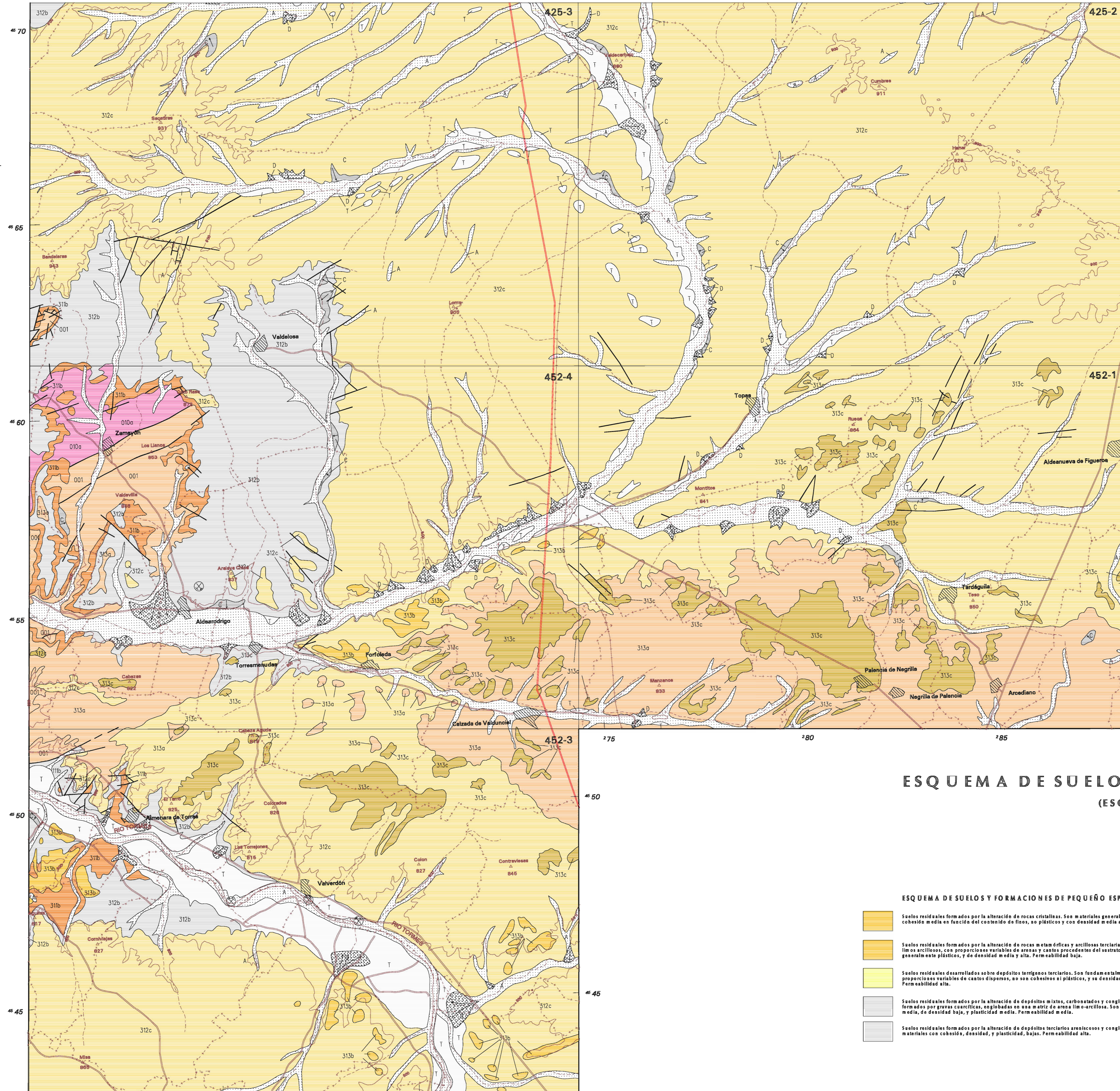
- ESQUEMA GEOMORFOLÓGICO**
- ZONA DE RELIEVE LLANO Y ALOMADO. RELIEVES TERCIARIOS.
  - ZONA DE RELIEVE ALOMADO. RELIEVES SECUNDARIOS.
  - Zona de relieve llano. Relieves terciarios.
  - Superficie llana.
  - Interrumpido tabular.
  - Interrumpido redondeado.
  - Valla de fondo plana.
  - Valla escarpada.
  - Cerro solitario.
  - Barrancos paralelos.
  - Límite de terrazas.

## ESQUEMA GEOLÓGICO

(ESCALA 1 : 200.000)

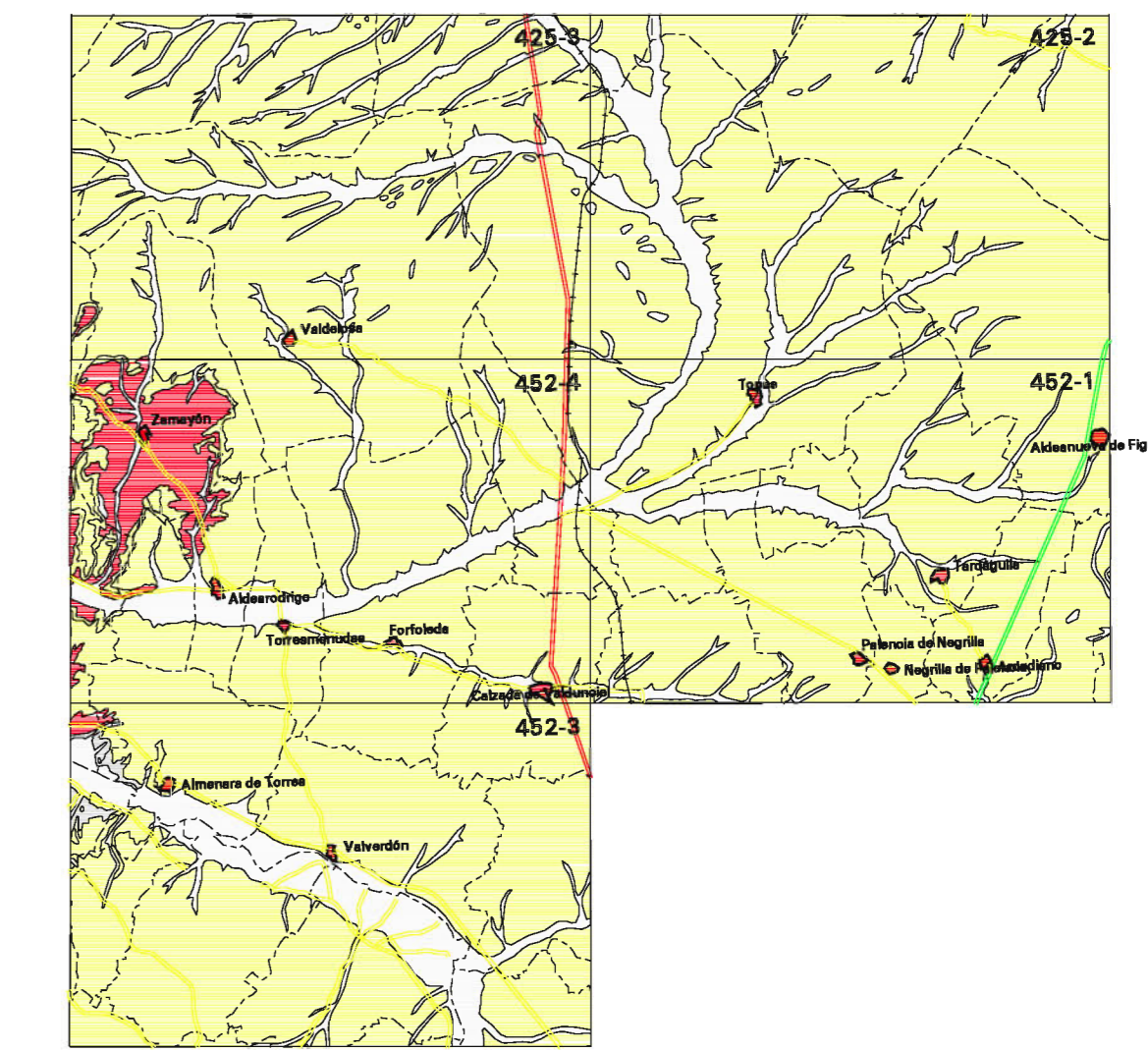


- ESQUEMA GEOLÓGICO**
- CUATERNARIO
  - OLIGOCENO
  - EOCENO
  - PALEOCENO
  - CAMBRIO
  - PRECAMBRIO
  - ROCAS ÍGNEAS-GRANITOS



## ESQUEMA GEOTÉCNICO

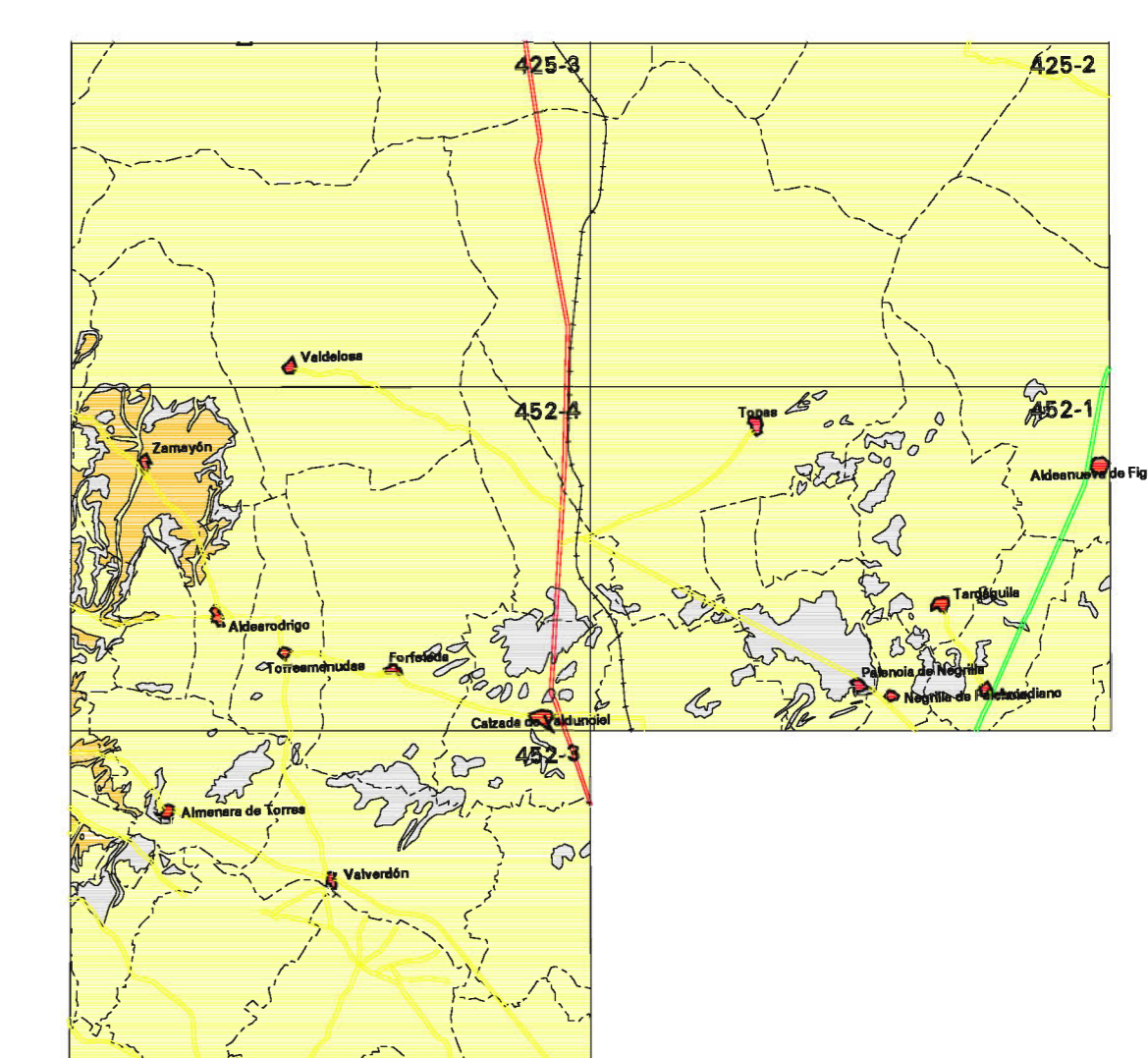
(ESCALA 1 : 200.000)



- ESQUEMA GEOTÉCNICO**
- Formaciones rocas cálcicas, carboníferas y terciarias, con capacidad porosa alta. Pueden presentar problemas de estabilidad gravitacional.
  - Formaciones rocas cálcicas, carboníferas y terciarias, con capacidad porosa alta. Pueden presentar problemas de estabilidad gravitacional.
  - Sedimentos terciarios consolidados por rocas fuertes como cementados por sílice. Materiales de alta capacidad porosa y su fiabilidad. Dificultad para consolidarse, pueden presentar, frecuentemente, problemas de estabilidad gravitacional.
  - Sedimentos terciarios limo-arcillosos. Materiales ripables, erosivos, de capacidad porosa baja y localmente escarificables. Los taludes de los taludes pueden presentar problemas de estabilidad.
  - Sedimentos cuaternarios, constituidos en general por materiales de origen glacial. Materiales erosivos, de alta capacidad porosa y su fiabilidad. Es probable la aparición de problemas de estabilidad, y en algunos casos, no probable en ciertos frentes de avance.

## ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

(ESCALA 1 : 200.000)



- ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR.**
- Suelos residuales formados por la alteración de rocas cristalinas. Son materiales generalmente arenosos, de cohesión media y facilidad de control de flujos, en plásticos y con densidad media o alta. Firmabilidad media.
  - Suelos residuales formados por la alteración de rocas metamórficas y arcillosas terciarias. Suelo compuesto por limo arcillosos, con proporciones variables de arena y canto procedentes del estrato. Son arcillas calcáreas, generalmente plásticas, y de densidad media o alta. Firmabilidad alta.
  - Suelos residuales desarrollados sobre depósitos terciarios. Son formaciones muy arenosas, con proporciones variables de canto disperso, en sus coberturas y plásticas, y su densidad es media o baja. Firmabilidad baja.
  - Suelos residuales formados por la alteración de depósitos mixtos, carboníferos y cuaternarios. Estos suelos son por arena arcillosa, arcillosa y en un nivel de arena limo arcillosa. Son arcillas calcáreas, de densidad baja, y plásticas media. Firmabilidad media.
  - Suelos residuales formados por la alteración de depósitos terciarios arenosos y cuaternarios, silíceos. Son arcillas calcáreas, densas, y plásticas. Suelo. Firmabilidad alta.

## LEYENDA

- DEPÓSITOS RECIENTES**
- Depósitos aluviales compuestos por arenas de grano fino a grueso, con arena finísima limo arcillosa, y de color claro. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
  - Depósitos de terrazas constituidos por arenas de grano medio y grueso, limo fino, y de color amarillento. Son arenas de inundación, abarcando en las zonas periféricas de la formación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
  - Depósitos de abanico aluvial y de conos de abanico constituidos por arenas principalmente silíceas de grano grueso, con canto disperso, en el fondo del abanico, a gran distancia y media en las zonas periféricas del mismo. Tienen un alto limo y arcilla. Los limos pueden aparecer formando algunos niveles independientes de las arenas, y son muy abundantes en las zonas periféricas. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
  - Depósitos coluviales formados por arenas de grano medio y grueso, con mucho limo arcillosa de color oscuro, y con canto disperso de arcillas y coque de roca. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
- FORMACIONES TERCIARIAS**
- Cuaternario: Depósitos aluviales compuestos por arenas de grano fino a grueso, con arena finísima limo arcillosa, y de color claro. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
  - Oligoceno: Cuenca tectónica de gran profundidad, paleozoica y mesozoica. De color claro y con arena de grano fino a grueso. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
  - Eoceno: Cuenca tectónica de gran profundidad, paleozoica y mesozoica. De color claro y con arena de grano fino a grueso. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
  - Paleoceno: Cuenca tectónica de gran profundidad, paleozoica y mesozoica. De color claro y con arena de grano fino a grueso. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
  - Cambriano: Cuenca tectónica de gran profundidad, paleozoica y mesozoica. De color claro y con arena de grano fino a grueso. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
  - Precambriano: Cuenca tectónica de gran profundidad, paleozoica y mesozoica. De color claro y con arena de grano fino a grueso. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
  - Rocas ígneas-granitos: Cuenca tectónica de gran profundidad, paleozoica y mesozoica. De color claro y con arena de grano fino a grueso. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
- FORMACIONES PALEOZOICAS**
- Alteración de areniscas de granos de cuarzo de tamaño medio y fino, formadas sobre rocas de color claro, y de color claro, arcillosas y arenosas, con capacidad porosa alta, y con capacidad porosa alta. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
  - Alteración de areniscas de granos de cuarzo de tamaño medio y fino, formadas sobre rocas de color claro, y de color claro, arcillosas y arenosas, con capacidad porosa alta, y con capacidad porosa alta. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
  - Alteración de areniscas de granos de cuarzo de tamaño medio y fino, formadas sobre rocas de color claro, y de color claro, arcillosas y arenosas, con capacidad porosa alta, y con capacidad porosa alta. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
- FORMACIONES PRECAMBRIAS**
- Cuaternario: Depósitos aluviales compuestos por arenas de grano fino a grueso, con arena finísima limo arcillosa, y de color claro. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
  - Oligoceno: Cuenca tectónica de gran profundidad, paleozoica y mesozoica. De color claro y con arena de grano fino a grueso. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
  - Eoceno: Cuenca tectónica de gran profundidad, paleozoica y mesozoica. De color claro y con arena de grano fino a grueso. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
  - Paleoceno: Cuenca tectónica de gran profundidad, paleozoica y mesozoica. De color claro y con arena de grano fino a grueso. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
  - Cambriano: Cuenca tectónica de gran profundidad, paleozoica y mesozoica. De color claro y con arena de grano fino a grueso. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
  - Precambriano: Cuenca tectónica de gran profundidad, paleozoica y mesozoica. De color claro y con arena de grano fino a grueso. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
  - Rocas ígneas-granitos: Cuenca tectónica de gran profundidad, paleozoica y mesozoica. De color claro y con arena de grano fino a grueso. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
- ROCAS ÍGNEAS**
- Granitos de grano medio y grueso, de color claro, de los que predominan los biotita. Tienen un alto limo y arcilla. Los limos pueden aparecer formando algunos niveles independientes de las arenas, y son muy abundantes en las zonas periféricas. Los ríos son muy meandriformes en la llanura de inundación y granada de caudal. En una zona muy fértil y de gran productividad agrícola.
- SIMBOLOGÍA**
- Contacto litológico
  - Contacto litológico espeso
  - Falla
  - Falla supuesta
  - Cuaternario activo, inactivo.
- ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA**
- A: Taludes altos, de 20 a 40 m de altura
  - M: Taludes medios, de 5 a 20 m de altura
  - B: Taludes bajos, de menos de 5 m de altura
  - P.A.: Potencia aproximada





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