



estudio  
previo  
de  
terrenos



**Enlace**  
**Bilbao - Burgos**  
TRAMO : BILBAO - VILLARCAYO

**MOP** DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS  
SERVICIO DE TECNOLOGÍA DE CARRETERAS  
SECCIÓN DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

**76-07**

**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.

**M.O.P.  
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS  
SERVICIO DE TECNOLOGIA DE CARRETERAS  
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES**

**ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS**

**ENLACE BILBAO – BURGOS  
TRAMO: BILBAO–VILLARCAYO**

**Estudio 76/7**

**Fecha de ejecución: Mayo 1977**

## Estudio 76 / 7

### FE DE ERRATAS

<u>Pág.</u>	<u>Línea</u>	<u>Dice</u>	<u>Debe decir</u>
14	Ley. Fig. 6	Villanueva La lastra	Villanueva La Lastra
15	Ley. Fig. 7	Margas pizarrosas	Margas pizarrosas de Sodupe
20	28	Alcanzar	Alcanzan
51	9	calcares	calcáreos
77	9	(231b)	(321b)
89	3	un estudio de	un estudio detallado de
99	24	basco-cantabrique	basco-cantabriques

# I N D I C E

	Pág.
1. INTRODUCCION . . . . .	1
2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO . . . . .	3
2.1. CLIMATOLOGIA . . . . .	3
2.2. TOPOGRAFIA . . . . .	3
2.3. GEOMORFOLOGIA . . . . .	6
2.4. ESTRATIGRAFIA . . . . .	6
2.5. TECTONICA . . . . .	7
2.6. SISMICIDAD . . . . .	8
3. ESTUDIO DE ZONAS . . . . .	11
3.0. ZONAS DE ESTUDIO . . . . .	11
3.1. ZONA 1: MONTES DE ORDUNTE – MONTE GANECOGORTA . . . . .	11
3.1.1. Geomorfología . . . . .	11
3.1.2. Tectónica . . . . .	16
3.1.3. Columna estratigráfica . . . . .	16
3.1.4. Grupos litológicos . . . . .	17
3.1.5. Grupos geotécnicos . . . . .	29
3.1.6. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona . . . . .	29
3.2. ZONA 2: MONTES DE LA PEÑA . . . . .	30
3.2.1. Geomorfología . . . . .	30
3.2.2. Tectónica . . . . .	30
3.2.3. Columna estratigráfica . . . . .	35
3.2.4. Grupos litológicos . . . . .	35
3.2.5. Grupos geotécnicos . . . . .	51
3.2.6. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona . . . . .	53
3.3. ZONA 3: DIAPIROS DEL VALLE DE MENA Y SALINAS DE ROSIO . . . . .	53
3.3.1. Geomorfología . . . . .	53
3.3.2. Tectónica . . . . .	54
3.3.3. Columna estratigráfica . . . . .	58
3.3.4. Grupos litológicos . . . . .	58
3.3.5. Grupos geotécnicos . . . . .	64
3.3.6. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona . . . . .	64
3.4. ZONA 4: DEPRESION DE VILLARCAYO – MEDINA DE POMAR . . . . .	64
3.4.1. Geomorfología . . . . .	64
3.4.2. Tectónica . . . . .	70
3.4.3. Columna estratigráfica . . . . .	70
3.4.4. Grupos litológicos . . . . .	71
3.4.5. Grupos geotécnicos . . . . .	80
3.4.6. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona . . . . .	81
4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO.....	83
5. INFORMACIÓN SOBRE YACIMIENTOS.....	89
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	99

## 1. INTRODUCCION

El Tramo Bilbao—Villarcayo (Enlace Bilbao—Burgos) comprende los siguientes cuadrantes de las hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000:

Hoja	Cuadrante
60	2
61	2 y 3
84	2
85	1, 3 y 4
109	1
110	4

De estos 9 cuadrantes los correspondientes a la Hoja núm. 61 (Bilbao) son readaptación, a las nuevas normas, de estudios realizados con anterioridad por la Sección de Geotecnia y Prospecciones de la Dirección General de Carreteras del M.O.P.; en tanto que los restantes son de nueva planta.

Este estudio previo de terrenos ha sido realizado por GEOTEHIC, Ingenieros Consultores, en colaboración con la Sección de Geotecnia y Prospecciones de la Dirección General de Carreteras del M.O.P.

Se ha elaborado originalmente sobre fotoplanos a escala 1:25.000 de los cuales se ha obtenido, mediante reducción, el mapa litológico estructural que se adjunta a escala 1:50.000. A partir de él, por nuevas reducciones se han trazado los esquemas geológico, geotécnico, morfológico y de suelos y formaciones de pequeño espesor, todos ellos a escala 1:200.000.

La presente Memoria comprende una primera parte de carácter general en la que se exponen las relaciones entre las distintas Zonas y grupos que componen el Tramo, así como la geomorfología del mismo, y una segunda parte que constituye un estudio específico de cada Zona y de los materiales que la componen, seguido todo ello de unas conclusiones geotécnicas generales.

En su conjunto, el presente estudio ha supuesto el levantamiento del plano geológico del Tramo a escala 1:25.000, mediante fotogeología y geología de campo simultaneadas, previa recopilación y análisis de los datos de interés publicados sobre la región. El estudio geológico se ha completado con una revisión desde el punto de vista geotécnico de todas las formaciones características. A continuación se ha realizado el estudio petrográfico y la identificación geotécnica de las muestras recogidas en la fase de campo. De esta forma se ha intentado caracterizar, de modo suficientemente preciso, la litología y geotecnia de las formaciones y materiales a considerar en eventuales obras de carreteras y autopistas.

Las propiedades geotécnicas de suelos y rocas se han estimado en muchos casos a partir de la experiencia y la observación directa, ya que en este tipo de estudios previos no se ha considerado oportuno realizar determinaciones más completas de laboratorio.

La simbología adoptada en la cartografía corresponde a la inserta en el Pliego de Prescripciones Técnicas para el Estudio Previo de Terrenos (Dirección General de Carreteras, Mayo 1976) y en el Cuadro de Símbolos Estratigráficos para el Mapa Litológico—Estructural 1/50.000 (Marzo, 1973).

A continuación se indica el personal técnico que ha elaborado y supervisado el presente estudio:

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS  
SERVICIO DE TECNOLOGIA DE CARRETERAS  
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

D. Antonio Alcaide Pérez, Dr. Ing. de CC. CC. y PP.  
D. Rafael de Prado Palomeque, Ing. de CC. CC. y PP.  
D<sup>a</sup>. Concepción Bonet Muñoz, Dr. en Ciencias Geológicas.

GEOTEHIC, S.A.

D. Severino Fernández Blanco, Ing. de CC. CC. y PP.  
D. José Abril Hurtado, Lic. en Ciencias Geológicas.  
D. Domingo Pliego Dones, Lic. en Ciencias Geológicas.  
D. Ricardo Puyol Castillo, Lic. en Ciencias Geológicas.

## 2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

### 2.1. CLIMATOLOGIA

El tramo en estudio presenta dos tipos diferentes de climas. La separación geográfica entre ellos corresponde a la mayor o menor influencia que reciben de las perturbaciones atlánticas, por lo que el clima es más húmedo cuanto más al Norte, (Fig. 1).

El área septentrional corresponde a las tierras situadas al norte de una línea imaginaria que va desde Quintanilla Sotoscueva a Oquendo. En ella el clima es húmedo, con una precipitación media anual de 1.256,8 l/m<sup>2</sup> repartidos en 92 días; la estación de lluvias máximas es el invierno, aunque se han contabilizado 124,6 l/m<sup>2</sup>, en 24 horas, en las tormentas del mes de Septiembre. El balance hídrico es excedentario de Septiembre a Mayo y deficitario únicamente de Junio a Agosto, con un déficit acumulado de 75,3 l/m<sup>2</sup> en el mes de Julio, que frente a los 504,7 l/m<sup>2</sup> de exceso en los meses de lluvia permite la existencia de un nivel freático próximo a la superficie (2–3,5 m) sin grandes oscilaciones estacionales, (Fig. 2).

El área meridional, al sur de la línea anteriormente citada, presenta un clima más seco que la anterior, la precipitación anual media es de 824 l/m<sup>2</sup> repartidos en 70 días de lluvia al año, la influencia de las tormentas en verano es importante, siendo el máximo torrencial asignado de 95 l/m<sup>2</sup> en 24 horas, en el mes de Septiembre, (Fig. 2).

El balance hídrico se encuentra bastante equilibrado ya que frente a un exceso acumulado entre Octubre y Mayo de 372,3 l/m<sup>2</sup>, el déficit total entre Mayo y Septiembre es de 204,2 l/m<sup>2</sup>, lo que implica una fuerte oscilación estacional de los niveles freáticos.

Los días de helada son 30 de promedio anual para el área septentrional, mientras que se estiman en 45 en el área meridional.

El clima, en conjunto, se puede considerar de tendencia húmeda, influyendo en la alteración y meteorización de las rocas y llegando a establecer grados de saturación bastante altos en las formaciones blandas.

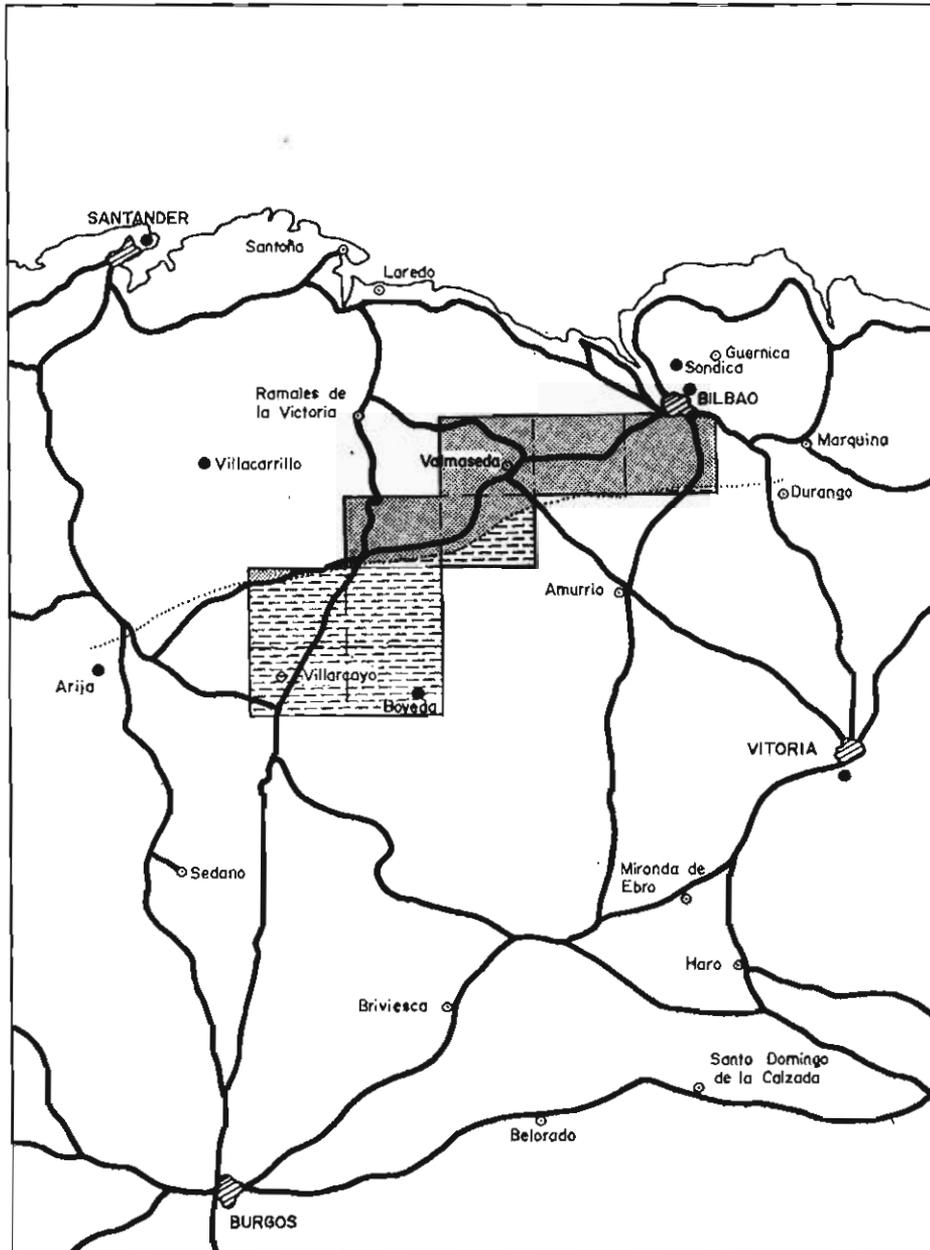
### 2.2. TOPOGRAFIA

El tramo en estudio se encuentra enclavado, casi en su totalidad, en el país Vasco—Cantábrico, aunque la parte más meridional pueda considerarse como las últimas prolongaciones de la depresión del Ebro.

Se pueden distinguir, dentro del Tramo, tres áreas con topografía claramente diferenciada: Montes de Ordunte, Montes de la Peña y Depresión de Villarcayo.

Los Montes de Ordunte constituyen una alineación montañosa cuya línea de cumbres lleva dirección N–70° E, y en la que las mayores altitudes, dentro del Tramo, se localizan en Ganecogorta (998 m) y Burgüeno (1.043 m). Esta alineación montañosa queda cortada por los valles de los ríos Cadagua y Nervión, el primero en dirección SO—NE y el segundo S—N. La vertiente cantábrica de estos Montes, es una región de valles que se orientan más o menos perpendicularmente a la línea de cumbres, y entre los que cabe destacar a los de los ríos Gorliza, Agüera y del Cuadro; son valles muy encajados con laderas que presentan generalmente inclinaciones superiores a los 30°. La vertiente meridional de estos Montes presenta, en general, una mayor uniformidad topográfica, sin presentar valles tan profundamente excavados como en la vertiente norte, salvo en la zona del Valle de Mena donde se excavan profundamente los valles por los que discurren los

# ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE REGIONES CLIMATICAS



## LEYENDA

- Límite de tramo
- - - Límite de cuadrante
- Observatorios considerados
- ..... Límite de regiones climáticas
- Clima húmedo
- Clima seco

Fig.1.- Regiones climáticas.



Escala 1/1.000.000

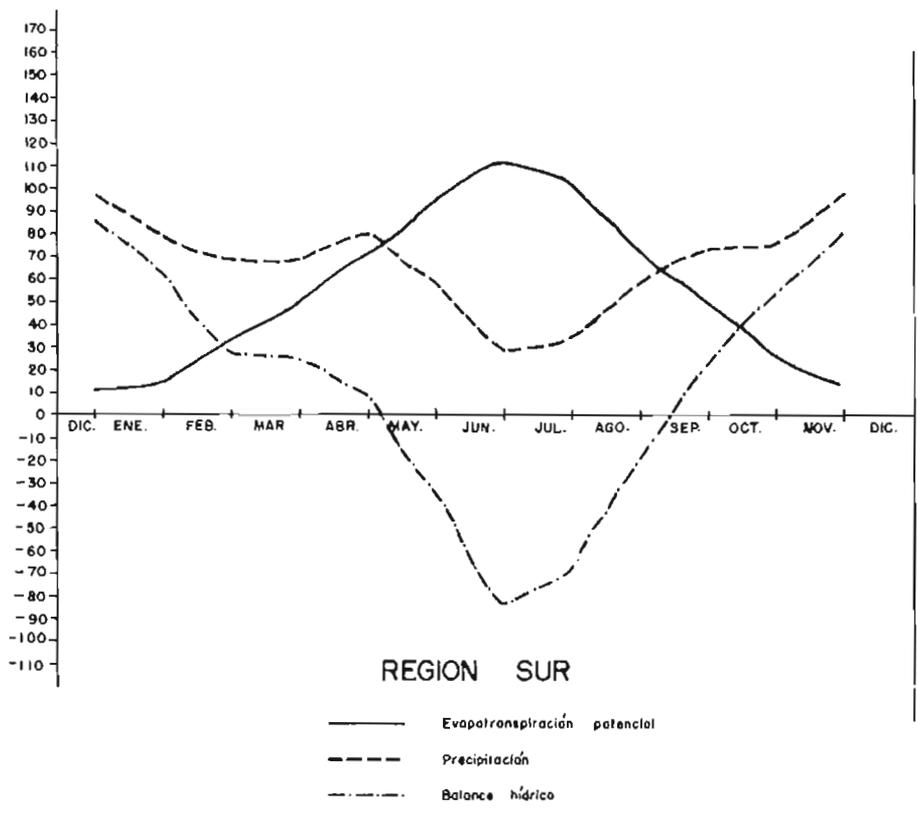
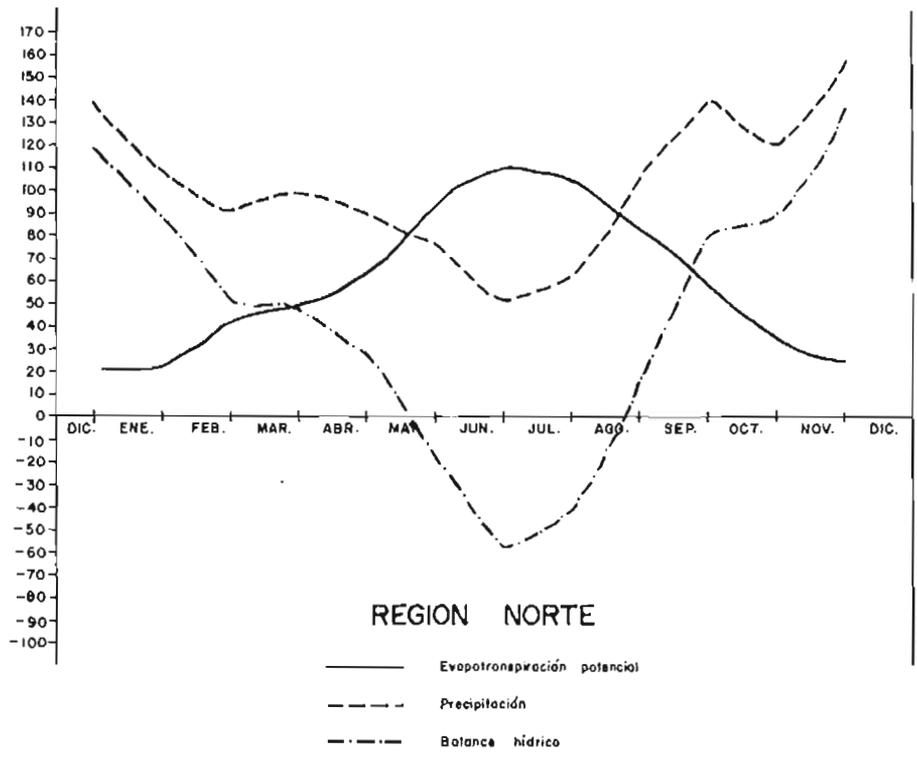


Fig. 2 - Balances hídricos de las distintas regiones climáticas

ríos afluentes del río Ordunte.

El área de los Montes de La Peña se relaciona con la anterior mediante una depresión a 700 m de cota y en cuya parte más oriental se encaja profundamente el Valle de Mena en que la cota más baja se sitúa en 200 m. Los Montes de La Peña constituyen una serie de alineaciones montañosas en las que el vértice más elevado es Castro Grande (986 m), la vertiente norte de estas alineaciones presenta laderas muy inclinadas, llegándose a encontrar taludes subverticales que superan los 50 m de altitud. La vertiente sur, sin embargo, presenta laderas muy tendidas hacia la depresión de Villarcayo, aunque es frecuente en ella el encontrar cerros aislados, que en ocasiones superan los 200 m de desnivel.

El área meridional está ocupada por la Depresión de Villarcayo, constituida por una amplia planicie en la que se da un paisaje de suaves lomas, muy tendidas, que difícilmente superan los 40–50 m de altura sobre el fondo de los valles.

Estas últimas áreas aparecen regadas por los ríos Nela, Trueba y sus afluentes, dando en general valles muy abiertos y con laderas poco escarpadas.

### 2.3. GEOMORFOLOGIA

La incidencia que pueda tener la geología del Tramo en la topografía del mismo está claramente diferenciada en cada una de las áreas.

La topografía de los Montes de Ordunte y Ganecogorta viene muy directamente influenciada por la uniformidad litológica del sustrato, con un plegamiento suave y una fracturación, en conjunto, poco marcada. Ante esta monotonía del sustrato el único agente erosivo existente, que es la red hidrográfica, va a modelar el relieve según su potencial erosivo, los ríos de la vertiente norte, al tener el nivel de base en el mar (a relativamente, poca distancia), tienen un alto potencial erosivo que se refleja en la excavación de profundos valles con laderas en general muy escarpadas; en la vertiente sur el nivel de base de los ríos está entre 200 y 600 m de altitud, según sean de la cuenca del río Cadagua o del río Trueba, este hecho se refleja en un menor encajamiento de la red fluvial, especialmente en la cuenca del río Trueba.

En el resto del Tramo la variedad litológica del sustrato es enorme pues se presentan arenas, areniscas, margas, calizas y arcillas, y es esta gran variedad litológica la que va a condicionar fundamentalmente el paisaje. En conjunto, en este área la red hidrográfica no está muy encajada, presentándose en valles en artesa o de fondo plano que únicamente se encajan cuando, por una fracturación intensa, se verticalizan las capas del sustrato. Las pendientes topográficas existentes en este área son generalmente muy tendidas y únicamente alcanzan inclinaciones mayores en las laderas de las mesas que quedan como restos de erosión.

### 2.4. ESTRATIGRAFIA

La columna estratigráfica general del Tramo consta de materiales mesozoicos, terciarios y cuaternarios, junto con algunos afloramientos de rocas ígneas, ácidas y básicas, en diques.

Las rocas ígneas básicas (ofitas) y ácidas (cuarzo) se encuentran como diques intrusivos dentro de las formaciones mesozoicas; (grupos 230b y 230a).

El triásico está escasamente representado dentro del Tramo y siempre está constituido por materiales de la facies Keuper, grupo 213.

El Jurásico viene representado fundamentalmente por litofacies de calizas y dolomías, generalmente muy tectonizadas y asociadas muy directamente a los materiales de la facies Keuper. Está constituido por materiales de los grupos 220 y 221, ambos de muy escasa representación dentro del Tramo.

El Cretácico inferior viene representado por margas pizarrosas de color gris oscuro o pardo, calizas del Complejo Urganiano y areniscas en el Complejo Supraurgoniano.

El Cretácico Superior está constituido por un conjunto de alternancias margo--calcáreas que intercalan hacia el techo (Campaniense--Maestrichtiense) niveles detríticos, fundamentalmente arenosos.

El Eoceno está constituido esencialmente por dos tramos, uno arenoso, en la base y otro calcáreo, bastante más potente que el anterior en el techo.

El Oligoceno está formado por una alternancia irregular de niveles margo--arenosos y episodios conglomeráticos.

En el Mioceno comienzan a depositarse los materiales postorogénicos, estos materiales reposan discordantemente sobre el Oligoceno o sobre el Eoceno preexistentes. Comienza la serie con una alternancia de arenas, areniscas y margas para pasar a continuación a unos niveles más carbonatados (margas y calizas), continúa la deposición con la intercalación de niveles detríticos y culmina la serie con el depósito de unos niveles carbonatados ya completamente horizontales.

El Pliocuatnario viene representado por una rasa de erosión existente entre Villarcayo y Medina de Pomar. Los materiales que la forman son gravas, arenas y limos en proporción es muy variables.

Los afloramientos de materiales cuaternarios están distribuidos muy irregularmente, aunque son más extensos y potentes en la parte central del Tramo; se trata fundamentalmente de depósitos coluviales y aluviales aunque en algunos puntos se han podido cartografiar algunos conos de deyección de cierta importancia.

## 2.5. TECTONICA

Dentro del Tramo afloran materiales mesozoicos, terciarios y cuaternarios y están constituidos esencialmente por margas pizarrosas, areniscas y calizas. Han sido afectados estos materiales por diversos movimientos entre los que cabe destacar los siguientes:

- 1) Movimientos Jurásico--Cretácicos que son responsables de la formación de las series Wealdenses (231a).
- 2) Movimientos Aptienses que producen surcos de fondo y flexiones en las que se localizan los materiales del Complejo Urgoniano (231b).
- 3) Movimientos Albienses que producen discordancias locales en la base y en el interior del Complejo Supraurgoniano (grupos 231c, 231d y 231e) y algunas fracturas de distensión de dirección N--120° ó N--150°, por las que intruyen diques de cuarzo (grupo 230a) o de diabasa (230b).
- 4) Movimientos Cenomanienses que producen abombamientos locales en algunos puntos y que dan lugar a una discordancia Cenomaniense--Turoniense.
- 5) El paroxismo de la deformación se produce durante la Fase Pirenaica de la Orogenia Alpídica, estos movimientos son de edad post--Luteciense pues se ha observado el Luteciense plegado por esta deformación, en los cuadrantes 109 -1 y 110--4. Estos movimientos pirenaicos producen dentro del Tramo, un conjunto de repliegues de dirección N--140°-E, generalmente poco apretados, aunque en el extremo nororiental del tramo se encuentra una sucesión de fallas y pliegues, tan apretadas que llegan a colocar las capas en posiciones invertidas.

En conjunto, en el Tramo, encontramos una tectónica de plegamientos normal, y dentro de él las deformaciones más acusadas corresponden al flanco norte del Sinclinal de Villarcayo que aparece muy laminado por un conjunto de fracturas que discurren en dirección E--O.

Los accidentes tectónicos del Tramo tienen su origen en dislocaciones del zócalo,

con relación a las cuales el revestimiento mesozoico ha tomado localmente una cierta independencia y se ha deslizado. El nivel de despegue de estas series mesozoicas se puede localizar en los materiales plásticos del Keuper; y estos materiales plásticos, en las zonas de escasa potencia del Jurásico y del Cretácico, se han movido con grandes empujes verticales dando lugar a los dos asomos diapíricos existentes en el Tramo: el de Salinas de Rosío y el del Valle de Mena.

Se puede suponer que la intrusión de los dos diapiros se produjo durante la deposición de los materiales miocenos, pues tanto éstos como los depósitos del Oligoceno se encuentran fuertemente tectonizados en los márgenes del diapiro de Salinas de Rosío.

## 2.6. SISMICIDAD

De acuerdo con la división en zonas de la Norma Sismorresistente P.D.S.-1 (1974), el Tramo estudiado corresponde a una región de sismicidad baja, grado IV. (Fig. 3).

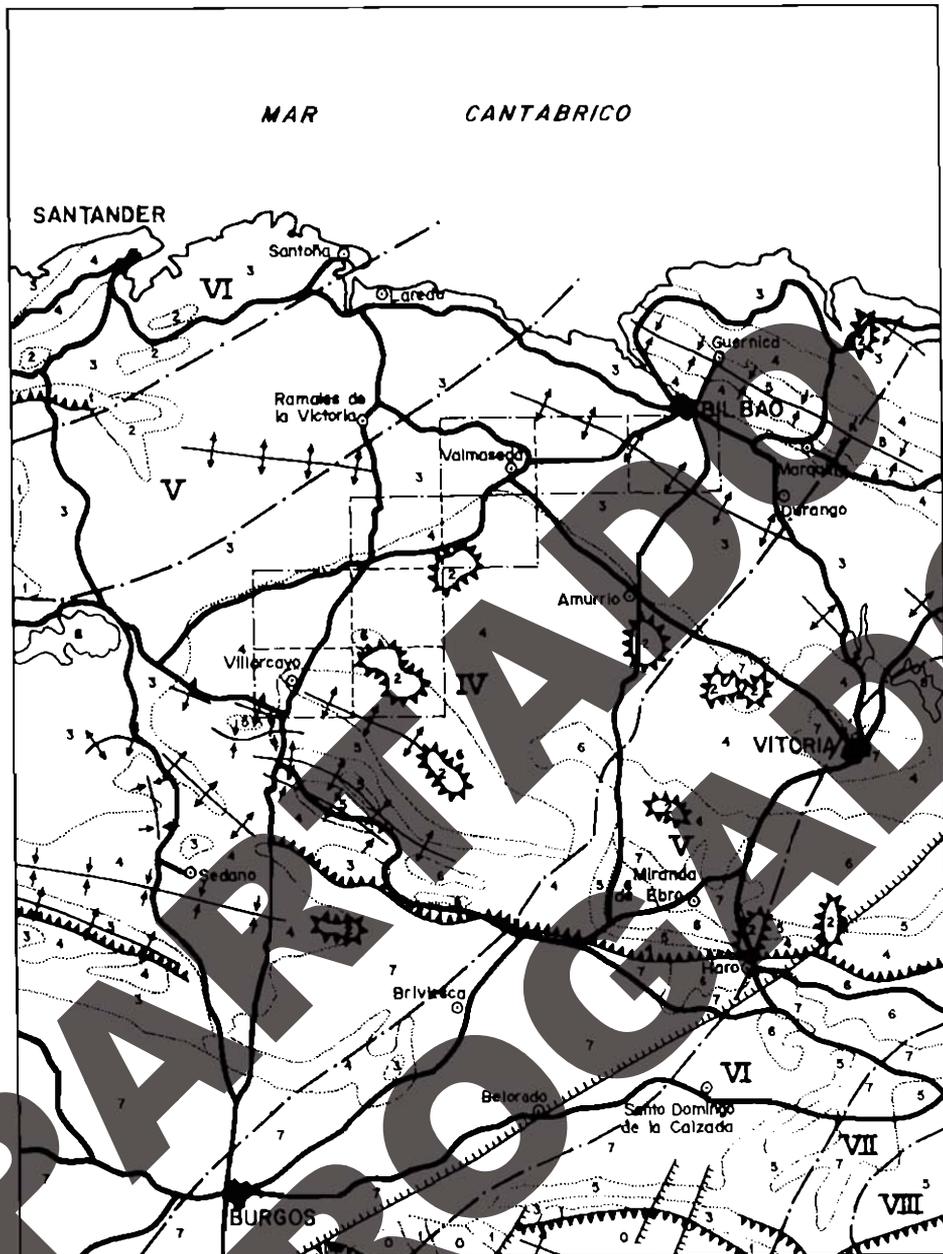
Los valores característicos del suelo con que puede contarse para este grado son los siguientes:

Velocidad (cm/s)	0,7
Aceleración (cm/s <sup>2</sup> )	9,4
Desplazamiento (cm)	0,6

Para un período  $T = 0,5$  seg. el coeficiente sísmico básico  $C$  correspondiente es  $C = 0,01$ .

En los cálculos de estabilidad no es necesario considerar la componente vertical de la acción sísmica, y en cuanto a la componente horizontal, aun en los casos más desfavorables, la poca entidad que van a tener las posibles incidencias permiten el no considerarlas.

# ESQUEMA REGIONAL DE SISMICIDAD



## LEYENDA

- Límite de cuadrantes
- Límite del tramo
- ↑ ↓ Anticlinales
- ↓ ↑ Sinclinales
- ▬ Fallas o fracturas
- ▬ Cabalgamiento y corrimiento
- ☼ Diapiros
- Contacto entre formaciones
- ▬ Carreteras
- Capitales de provincia
- Poblaciones
- isosista máxima en coincidencia con las estructuras
- V Grado de sismicidad



Escala 1 : 1.000.000

Fig. 3 - Esquema regional de Sismicidad

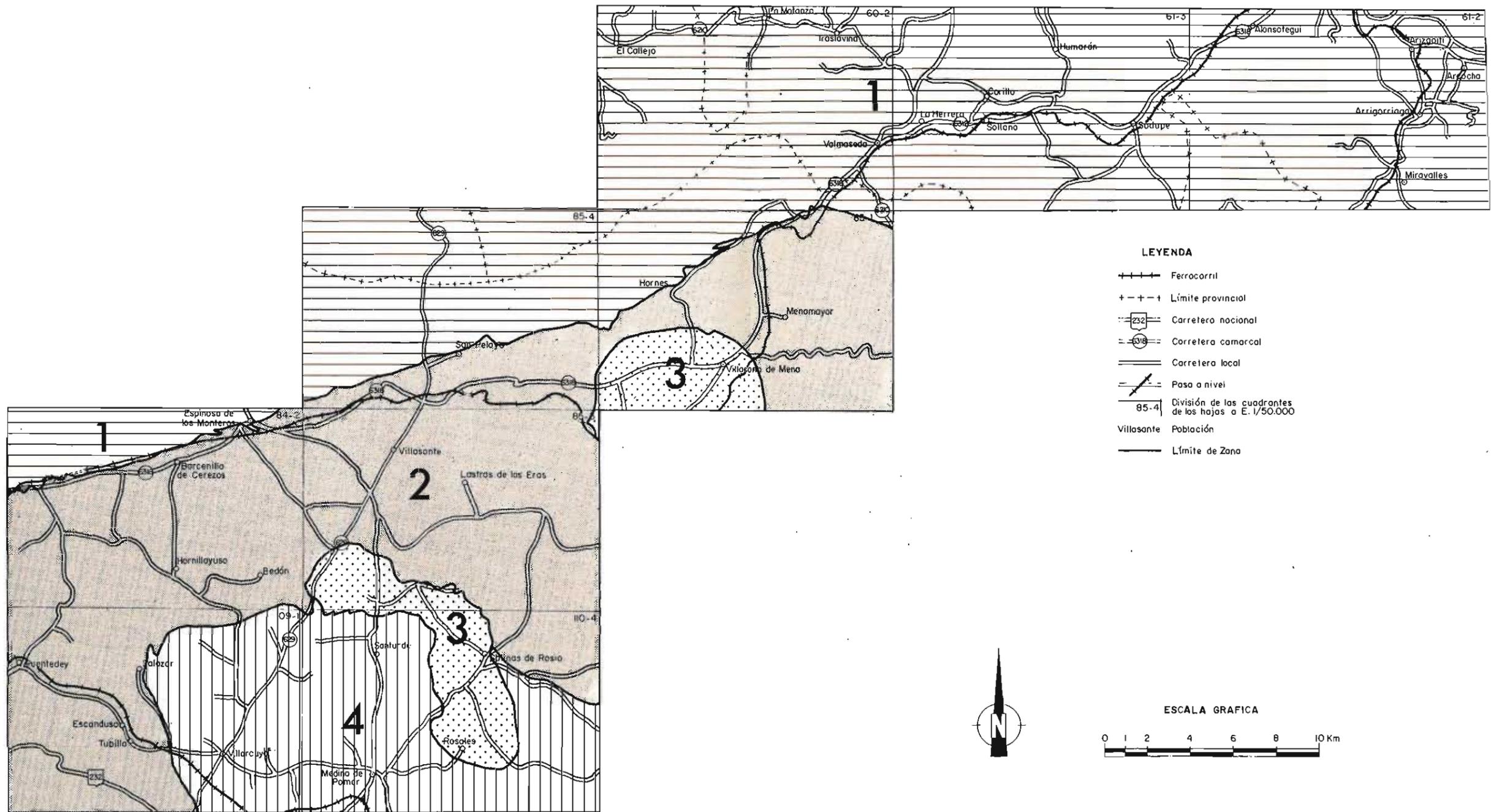


Fig. 4.- Esquema de distribución de Zonas

### 3. ESTUDIO DE ZONAS

#### 3.0. ZONAS DE ESTUDIO

Para una mejor sistematización de este estudio se han diferenciado las zonas relacionadas a continuación, las cuales se han separado atendiendo a sus caracteres litológicos y morfológicos, toda vez que son ellos los que, principalmente, pueden condicionar las obras viales realizables en el futuro, vease Fig. 4.

- 1) Montes de Ordunte—Monte Ganecogorta.
- 2) Montes de La Peña.
- 3) Diapiros del Valle de Mena y Salinas de Rosío.
- 4) Depresión de Villarcayo—Medina de Pomar.

La Zona 1 es fundamentalmente distinta de las restantes pues está constituida por materiales muy homogéneos, en cuanto a su litología, con plegamiento muy suave en general y con una morfología, marcadamente diferente de las demás Zonas del Tramo.

La Zona 2 está constituida esencialmente por un conjunto de alternancia de margas y calizas del Cretácico superior que dan una serie de relieves escalonados por erosión diferencial de materiales de diferente competencia.

La Zona 3 se individualiza por estar constituida por materiales de la facies Keuper, en la que quedan flotando restos de carniolas del Lías inferior.

La Zona 4 está constituida esencialmente por materiales margo—arenosos con algunos episodios calcáreos y/o conglomeráticos que originan un paisaje de suaves alomaciones producidas por erosión diferencial de los distintos materiales.

#### 3.1. ZONA 1: MONTES DE ORDUNTE—MONTE GANECOGORTA

##### 3.1.1. Geomorfología

Comprende esta Zona una amplia banda de dirección E—O, situada en el extremo norte del Tramo (Fig. 5) y que está constituida por las comarcas naturales de: Valle de Carranza (Foto 1), Valle de Trucíos, Valle de Arcenales, Valle de Somorrostro, Valle de Gorderjuela y Valle de Oquendo, que en conjunto constituyen la amplia comarca de Las Encartaciones.

Morfológicamente corresponde a un conjunto de alineaciones montañosas cuya línea de cumbres lleva dirección N—70°—E y en la que las mayores altitudes, dentro del Tramo, se localizan en Ganecogorta (998) y Burgueño (1.043 m). Esta alineación montañosa queda cortada por los valles de los ríos Cadagua y Nervión, el primero con dirección SO—NE y el segundo S—N. La vertiente cantábrica de estas montañas es una región de valles que se orientan más o menos perpendicularmente a la línea de cumbres y por los que discurren los ríos Gorniza, Agüera y del Cuadro, modelando muy uniformemente el relieve, esta monotonía topográfica se acentúa por la uniformidad litológica del sustrato y por el desarrollo de una potente cobertera vegetal que tapiza, de forma muy continua, el sustrato rocoso. (Foto 2). La vertiente meridional de estas montañas presenta una mayor uniformidad topográfica, sin que se encajen los valles de la cuenca del Ebro que, dentro de la Zona, presentan un nivel de base aproximadamente a 700 m de cota; no ocurre lo



Foto 1.- Panorámica del Valle de Carranza

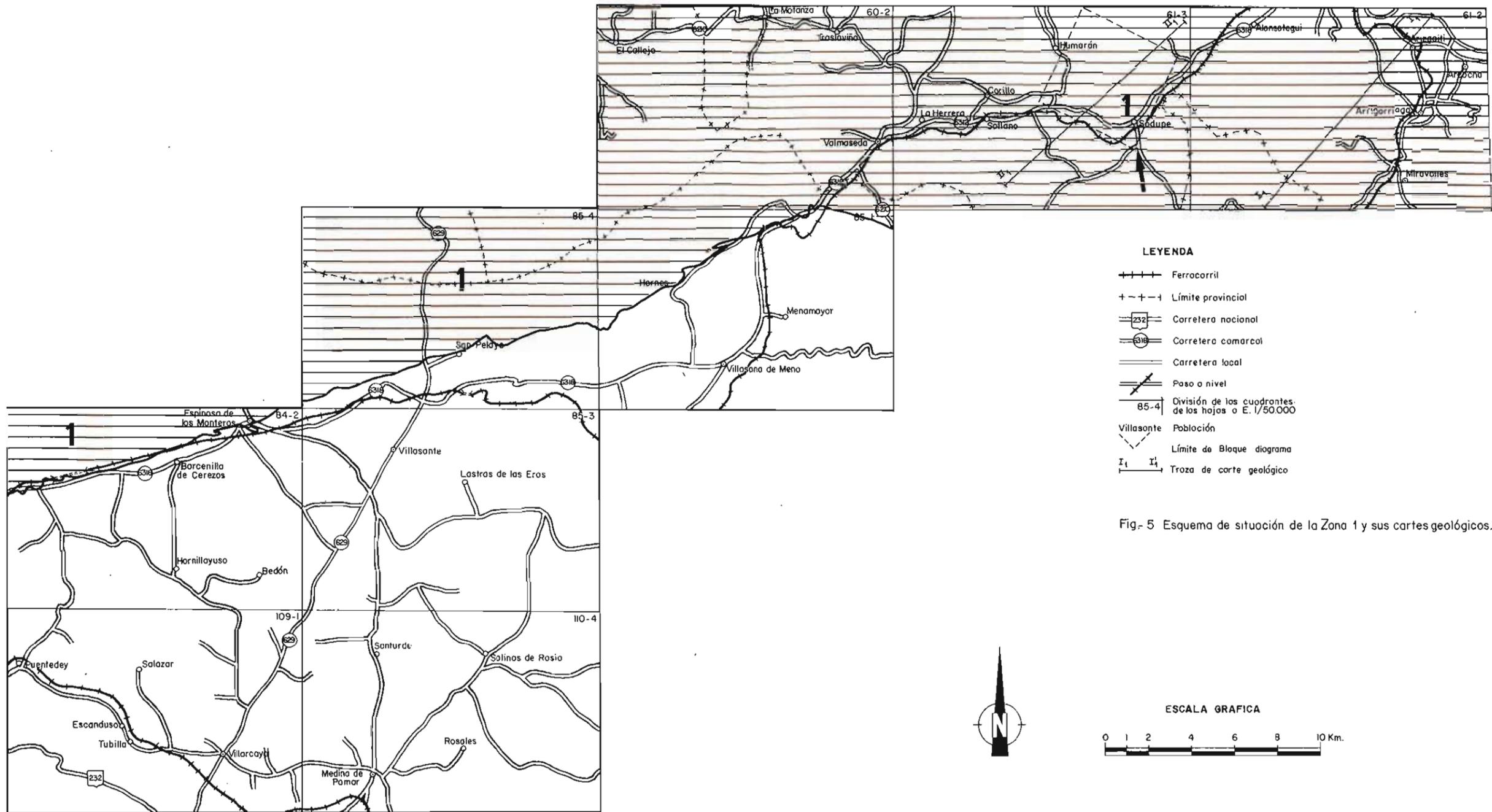
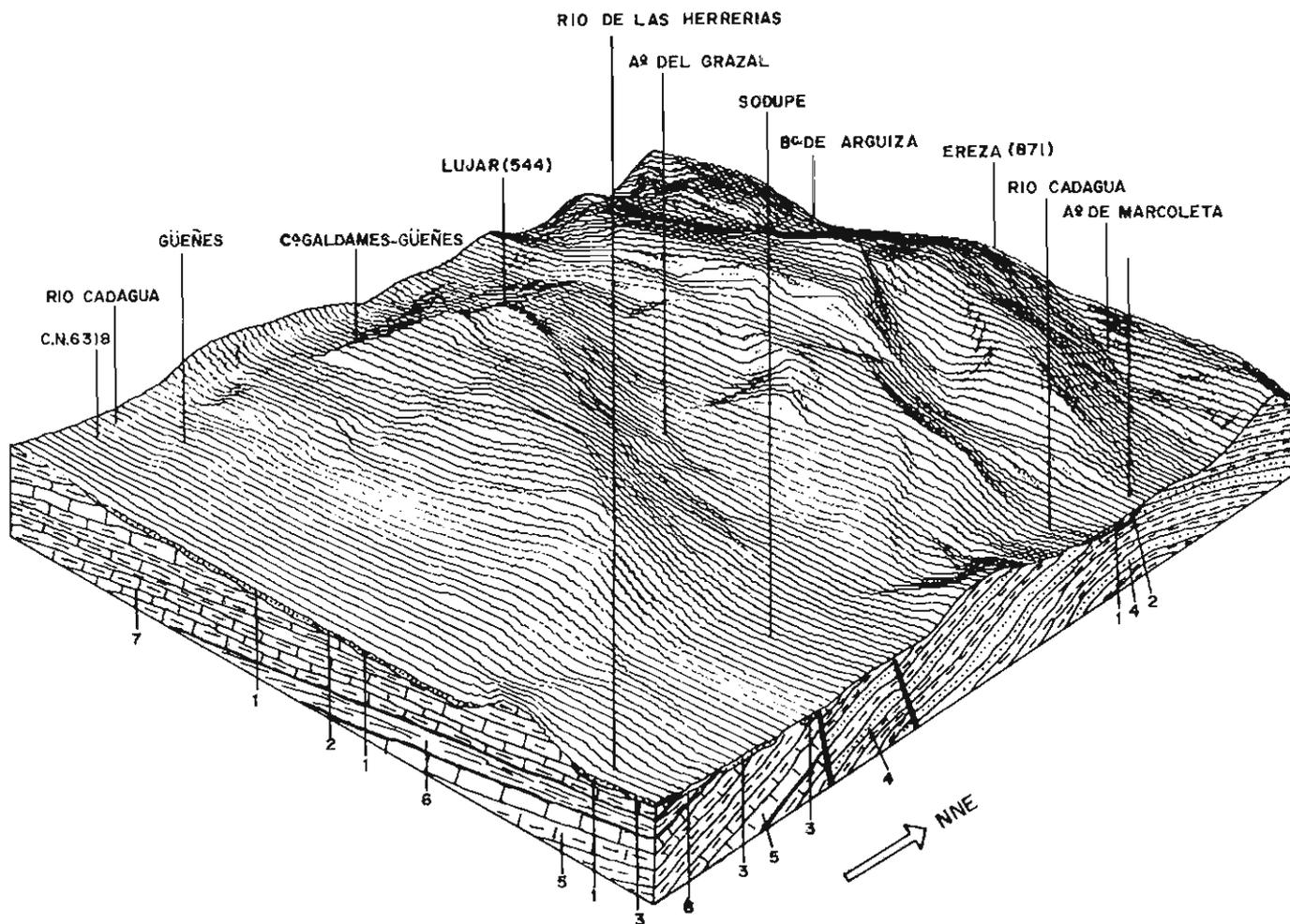




Foto 2. — Panorámica del área de Mollinedo



ESCALAS: H=1:50.000  
V=1:50.000

P.V. a 14 Km del vértice anterior y altura de 5.000 m.s.n.m.

- 1= Aluvial del Río Nervión
- 2= Coluvial de Villanueva La Istra
- 3= Coluvial de Herbosa
- 4= Margas y areniscas de Zollo
- 5= Margas y calizas de Urbis
- 6= Margas pizarrosas de Sodupe
- 7= Margas y calizas de Güeñes

FIG. 6 - BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 1



mismo en la cuenca de los ríos Cadagua y Nervión donde los ríos, dentro del Tramo, tienen el nivel de base prácticamente al nivel del mar en la desembocadura de éstos, y por tanto el potencial erosivo de todos estos cursos de agua es relativamente alto, dando unos modelados de erosión análogos a los que se presentan en la vertiente norte de la alineación montañosa.

### 3.1.2. Tectónica

En este dominio afloran materiales de edad infracretácica y están constituidos esencialmente por margas pizarrosas, areniscas y calizas. Han sido afectados, estos materiales, por diversos movimientos de las diferentes fases de las Orogenias Alpinas.

Los primeros movimientos no se pueden observar claramente, y corresponderían a pequeños basculamientos de la Fase Neoquimérica y que son responsables de la formación de las series wealdenses.

Con posterioridad y pertenecientes a la misma fase de deformación se producen una serie de surcos y flexiones de fondo que dan pie al desarrollo de los edificios del Complejo Urganiano.

Durante el Albiense se produce una serie de discordancias locales en el Complejo Supraurgoniano, que son posiblemente las primeras manifestaciones de la Fase Austrica, y que algo más tarde en el tiempo (Cenomaniense) producen abombamientos locales.

El paroxismo de la deformación se produce durante la Fase Pirenaica aunque la edad de estos movimientos no puede comprobarse dentro de la presente Zona. Se ponen de manifiesto estos movimientos en un conjunto de pliegues cilíndricos, poco apretados, con dirección N-140°-E y a los que acompañan un conjunto de fracturas aproximadamente con la misma dirección y que no presentan grandes saltos de falla.

### 3.1.3. Columna Estratigráfica

En la columna que a continuación se establece vienen señalados los distintos grupos litológicos y geotécnicos definidos en la Zona.

Grupo litológico	Grupo geotécnico	Litología	Potencia en metros	Edad
A1	A	Gravas calcáreas de 5 a 20 cm con fracción arenosa.	10	Cuaternario
A2	B	Gravas poligénicas con matriz areno-limosa	2-10	Cuaternario
A7	B	Arcillas limosas con fracción arenosa minoritaria y cantos dispersos	2-10	Cuaternario
C3	E	Limos y arcillas con cantos poligénicos minoritarios	2-8	Cuaternario
C6	E	Limos y arcillas micáceas con un 10-15% de cantos polimícticos	2-10	Cuaternario
C7	E	Arcillas limosas con fracción arenosa minoritaria y cantos dispersos	2-10	Cuaternario
D1	C	Limos arenosos con una proporción variable de gravas poligénicas	3-6	Cuaternario
D2	C	Arcillas y/o limos con cantos de arenisca y/o calcarenita	3-8	Cuaternario
V1	B	Arcillas limosas con fracción arenosa minoritaria y cantos dispersos	6	Cuaternario
V2	B	Gravas poligénicas con matriz limo-arenosa	2	Cuaternario
V3	B	Limos y arcillas con cantos poligénicos minoritarios	6	Cuaternario
V4	B	Limos y arcillas micáceas con un 10-15% de cantos polimícticos	5	Cuaternario
W1	A	Gravas poligénicas angulosas con matriz limo-arenosa minoritaria	2-10	Cuaternario
W2	D	Limos arcillosos plásticos con alto grado de humedad	10	Cuaternario
231g	L	Areniscas y margas arenosas de aspecto pizarroso	2.000	Infracretácico
231f	J	Margas pizarrosas grises o negras y areniscas micáceas	600	Infracretácico
231e	K	Calizas margosas y margas grises	500	Infracretácico
231d	J	Margas pizarrosas de fractura irregular y aspecto masivo	100	Infracretácico
231c	K	Margas arenosas, calcáreas hacia la base y areniscas de grano fino	200	Infracretácico
231b	I	Calizas, calizas dolomíticas y areniscas	30-150	Infracretácico
231a	K	Margas arenosas, areniscas calcáreas y calizas arenosas	1.200	Infracretácico
230b	H	Doleritas de composición basáltica o traquibasáltica	2-5	Infracretácico
230a	H	Cuarzo hidrotermal con impregnaciones ferruginosas	1,5-2	Infracretácico

#### 3.1.4. Grupos litológicos

##### ALUVIAL DEL RIO TRUEBA (A1)

Grupo descrito en la Zona 4, apartado 3.4.4. por su mayor importancia en ella.

##### ALUVIAL DEL RIO NELA (A2)

Grupo descrito en la Zona 2, apartado 3.2.4. por su mejor representación en ella.

##### ALUVIAL DEL RIO NERVION (A7)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por arcillas limosas y/o limos arcillosos que presentan una fracción arenosa siempre minoritaria y algunos cantos de arenisca, de hasta 20 cm de diámetro máximo, dispersos en la masa; en la mayoría de las ocasiones estos cantos de arenisca proceden fundamentalmente de los grupos 231a y 231c. No existe en estos materiales ninguna diferenciación interna; son de consistencia blanda en general y dan una morfología plana adaptándose a las formaciones adyacentes. Los espesores que se pueden calcular son de 3–4 m.

**Comportamiento.**— Es un conjunto de permeabilidad baja en general con drenaje superficial aceptable, salvo en las áreas deprimidas, donde se pueden producir encharcamientos siempre muy localizados. Los taludes naturales observados son estables y subhorizontales; los desmontes observados son bajos (1–2 m) y con pendientes que rara vez sobrepasan los 45°, presentando en general una intensa degradación superficial debido a la alta erosionabilidad del grupo; a este respecto cabe recomendar desmontes con pendientes no superiores a 30° y siempre adecuadamente protegidos.

##### COLUVIAL DE BASAURI (C3)

**Litología y estructura.**— Coluvial constituido por limos y arcillas de color blanco–amarillento que incluyen cantos poligénicos, minoritarios, poco rodados, de 5 a 20 cm de diámetro; estos cantos aparecen por todo el conjunto de la formación aunque son más frecuentes en superficie y generalmente se pasa en un tránsito gradual a la roca madre; su espesor oscila de 2 a 8 m de potencia.



Foto 3.— Movimientos en los taludes del grupo C3.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad baja, drenaje superficial aceptable y muy deficiente en profundidad; plasticidad generalmente alta. Se han observado bastantes deslizamientos en esta formación y se presentan problemas de estabilidad en desmontes de más de 3 m de altura. Pueden presentarse problemas locales de asiento. Los taludes naturales se han observado con  $15-20^{\circ}$  y alturas de más de 40 m presentando movimientos superficiales, (Foto 3). Se han observado desmontes de 2–3 m con fuertes movimientos; y en conjunto se puede considerar al grupo como de erosionabilidad alta.

#### COLUVIAL DE HERBOSA (C6)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por limos y arcillas micáceas con un 15–20 por ciento de cantos polimícticos, subangulosos y heterométricos dispersos en la masa; no se presentan diferenciaciones marcadas en el conjunto de la formación, es de consistencia blanda y dan una morfología que tiende a suavizar el relieve preexistente. Alcanzan espesores muy variables dentro del Tramo (2–10 m).



Foto 4.— Detalle de los materiales del grupo C6 y sus movimientos

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad baja en general, drenaje superficial aceptable pero malo en profundidad. Erosionabilidad alta, plasticidad elevada con deslizamientos en masa. Son ripables en toda su masa. Los taludes naturales son en general, estables  $20^{\circ}$  de inclinación si no sobrepasan 15 m de altura, cuando sobrepasan este límite se producen frecuentes deslizamientos, (Foto 4). Los desmontes abiertos no sobrepasan los 2–3 m de altura presentando en todo caso una intensa degradación. Se pueden presentar problemas locales de asiento.

#### COLUVIAL DE VILLANUEVA LA LASTRA (C7)

#### CONOS DE DEYECCION DE TORRES (D1)

Grupos Descritos en la Zona 4, apartado 3.4.4. por su mejor representación en ella.

#### CONOS DE DEYECCION DE LLANTADA (D2)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por un conjunto caótico de arcillas y/o

limos, en ocasiones arcillosos, que engloban cantos heterogéneos y heterométricos subangulosos de arenisca y/o calcarenita y que han sufrido poco transporte; ocasionalmente, aparecen cementados por carbonatos. El porcentaje de cantos rara vez supera el 50 por ciento del volumen total de la roca, y éstos generalmente se concentran en la parte más baja del cono de deyección. La potencia varía de 3 a 8 m.

**Comportamiento.**— Conjunto de materiales de permeabilidad media a baja, con drenaje superficial aceptable, fácilmente ripables salvo en algunos puntos donde están ligeramente cementados; presentan problemas locales de asiento, no se han observado deslizamientos aunque son probables en los desmontes. Los taludes naturales estables son de  $15^{\circ}$ – $20^{\circ}$  con alturas que suelen superar los 20 m, en tanto que los taludes artificiales pueden tallarse a  $50^{\circ}$ – $60^{\circ}$  con escasa degradación.

#### ELUVIALES DE LANZAS AGUDAS (V1)

**Litología y Estructura.**— Grupo constituido por arcillas limosas de color gris y/o limos arcillosos de tonalidades parduzcas que presentan fracción arenosa minoritaria y algunos cantos angulosos de arenisca dispersos en la masa, estos cantos por lo general aparecen sueltos sin llegar a presentar en ningún caso trama subcerrada, el tamaño de los cantos rara vez sobrepasa los 15 cm, y la potencia de la formación difícilmente supera los 10 m.



Foto 5.— Movimientos en el eluvial V1, en las proximidades de Lanzas Agudas

**Comportamiento.**— Son materiales de permeabilidad baja, drenaje superficial aceptable salvo en zonas deprimidas; pueden producirse deslizamientos puntuales y problemas locales de asiento. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de  $10^{\circ}$  con alturas que no sobrepasan los 20 m. Los desmontes existentes no superan 1-2 m de altura con taludes de  $15^{\circ}$ – $20^{\circ}$  presentando, en todo caso, degradación intensa y pequeños deslizamientos, (Foto 5).

#### ELUVIAL DE BURCEÑA (V2)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas poligénicas angulosas o subangulosas englobadas en una matriz limo-arenosa que constituye aproximadamente el 40 por ciento del total de la roca; el tamaño de los cantos oscila de 2 a 10 cm y en conjunto el grupo podría considerarse como un eluvio-coluvial pues, en algunos puntos, el material

de la formación no procede de la alteración "in situ" de la roca madre, sino que han sufrido un pequeño transporte. La potencia de la formación no sobrepasa, por lo general, los 2 m.

**Comportamiento.**— Grupo de permeabilidad media a baja por percolación, drenaje superficial aceptable y más deficiente en profundidad. Los taludes naturales observados son estables y difícilmente superan los 30° de inclinación. Los desmontes existentes presentan pendientes de 40–50° con escasa degradación.

#### ELUVIAL DE ARRIGORRIAGA (V3)

**Litología y estructura.**— Eluvial constituido por limos y arcillas de color blanco—amarillento que incluyen cantos poligénicos minoritarios, angulosos o subangulosos, de hasta 20 cm de diámetro; estos cantos, aunque aparecen con trama abierta por todo el conjunto de la formación, son más frecuentes en superficie. Generalmente se pasa en un tránsito gradual a la roca madre; el espesor es muy variable incluso en puntos próximos entre sí, y varía de 2 a 8 m.



Foto 6.— Aspecto superficial del eluvial V3

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad baja, drenaje superficial aceptable y muy deficiente en profundidad, ripabilidad elevada y plasticidad generalmente alta. Se han observado algunos deslizamientos en esta formación aunque de poca entidad, presentándose en todo caso problemas de estabilidad en desmontes de más de 3 m de altura. Pueden presentarse problemas locales de asiento. Los taludes naturales se han observado con 15–20° (Foto 6) y alturas de más de 20 m con movimientos superficiales. Se han observado desmontes de 2–3 m con frecuentes movimientos, y en conjunto se puede considerar al grupo como de erosionabilidad alta.

#### ELUVIAL DE TRASLAVIÑA (V4)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por limos y arcillas micáceas con un 10–20 por ciento de cantos polimícticos, subangulosos y heterométricos dispersos en la masa. No se presentan diferenciaciones marcadas en el conjunto de la formación que es de consistencia blanda en general y da una morfología que tiende a suavizar el relieve preexistente. Alcanzar espesor de 2–10 m pero con grandes variaciones en puntos muy

próximos entre sí.



Foto 7.— Movimientos del grupo V4

**Geotecnia.**— Materiales de permeabilidad baja en general, drenaje superficial aceptable pero deficiente en profundidad. Erosionabilidad alta y plasticidad elevada produciéndose deslizamientos en masa, (Foto 7). Los taludes naturales son estables, en general, hasta con  $20^{\circ}$  de inclinación y con alturas que no sobrepasan los 10 m. Los desmontes abiertos no sobrepasan 2–3 m de altura presentando en todo caso una intensa degradación. Se pueden presentar problemas locales de asiento.

#### ESCOMBRERAS (W1)

**Litología y estructura.**— Formación constituida por cantos y bloques poligénicos, heterométricos, angulosos o subangulosos, que están englobados en una matriz limo–arenosa minoritaria. Constituyen un conjunto caótico de materiales muy diferentes de unos puntos a otros que pueden alcanzar potencias medias de 10 m.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media, drenaje aceptable. Son materiales de compacidad baja, presentan problemas de estabilidad y asiento. Los taludes naturales observados son de  $10$ – $15^{\circ}$  con frecuentes desprendimientos; no se han observado desmontes artificiales pero en todo caso presentarán fuertes problemas de inestabilidad.

#### BALSAS DE LAVADO DE MINERAL (W2)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por material limo–arcilloso poco compactado que se encuentra relleno de pequeñas presas de lavado de mineral y tienen un alto grado de humedad. Su potencia se puede estimar en 10 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad nula, drenaje muy deficiente. Presentan graves problemas de asiento. Los taludes naturales observados son subhorizontales y no se pueden tallar desmontes aunque sea con pequeñas inclinaciones.

#### CUARZO DE BASAURI (230a)

**Litología.**— Material constituido esencialmente por cuarzo hidrotermal, con fuertes

impregnaciones ferruginosas. No se presenta muy alterado aunque sí tiene fracturación muy intensa.

**Estructura.**— Se presenta en pequeños diques que no superan, por lo general, los 2 m de potencia; estos diques intruyen por fracturas longitudinales (normales a la dirección de los esfuerzos). No dan resalte alguno sobre la topografía debido a la escasa potencia de la formación y la fuerte fracturación que presenta.

**Comportamiento.**— Grupo de permeabilidad media a baja por fisuración, y con drenaje superficial aceptable. No es ripable en general, aunque puede serlo en áreas de escasa potencia del grupo. Los taludes naturales observados son ligeramente más inclinados que los de la roca encajante, mientras que los desmontes se pueden tallar subverticales siempre que no superen los 2 m de altura, y aun con ellos hay grandes riesgos de desprendimiento debido a la intensa fracturación que presenta la roca.

#### DOLERITAS DE BILBAO (230b)

**Litología.**— Grupo constituido por rocas ígneas holocristalinas de color verde oscuro, duras y compactas; se encuentran fragmentos de tamaño diverso, generalmente redondeados; pero como más frecuentemente se presentan es en diques generalmente muy alterados. Al estar alterada la roca se disgrega en pequeños gránulos verdes, rosados y negros. Proceden de emisiones volcánicas de composición basáltica o traquibasáltica.

**Estructura.**— Se presenta en pequeños diques, que no superan por regla general los 5 m de potencia, estos diques intruyen por fracturas longitudinales (de dirección perpendicular a la de los esfuerzos) que no dan resalte alguno sobre la topografía.

**Geotecnia.**— Grupo de permeabilidad baja y drenaje superficial aceptable. No son ripables en general, aunque pueden serlo en las áreas de alteración más intensa. Los taludes naturales vienen directamente influenciados por los de la roca encajante y los taludes artificiales pueden tallarse subverticales con riesgos de desprendimientos.

#### MARGAS Y ARENISCAS DE ZOLLO (231a)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de margas arenosas de aspecto pizarroso, dispuestas en capas y bancos de hasta 10 m de potencia, son de color gris más o menos amarillento según la proporción de arenas que incluyan, y siempre presentan un alto contenido en micas; y areniscas calcáreas de grano medio, duras, compactas, de color gris oscuro y que hacia el techo de la formación incluyen algunos niveles irregularmente distribuidos de calizas arenosas con cristales subangulares de cuarzo.

**Estructura.**— Aparece este grupo en el núcleo de dos anticlinales con eje N-135°-E dentro de la Hoja núm. 61 (Bilbao). En el extremo noreste del Tramo presentan una fracturación intensa con dos sistemas de fallas uno con dirección N-135°-E y otro aproximadamente N-45°-E. Los niveles margosos presentan generalmente áreas de alteración muy potentes pero de escasa continuidad lateral.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media por fisuración en los niveles de arenisca y prácticamente nula en los niveles margosos; el drenaje superficial es aceptable y prácticamente nulo en profundidad por la existencia de tramos margosos. Grupo no ripable en general aunque sí lo son las margas y los niveles superficiales alterados; en algunos puntos pueden producirse deslizamientos y problemas locales de asiento. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de 40-50° con alturas de más de 40 m; los desmontes observados se llegan a tallar subverticales en los niveles de arenisca y (Foto 8), con 40-50° en las margas pizarrosas aunque en este caso presentan fuerte degradación. Pueden presentarse problemas de cuevas estructurales.



Foto 8.— Detalle del grupo 231a

#### CALIZAS DE OQUENDO (231b)

**Litología.**— Calizas, en ocasiones dolomíticas, de color gris claro en superficie y más oscuro en fractura; presentan estratificación en bancos de hasta 25 m de potencia. Intercalan algunos niveles de margas y/o areniscas calcáreas que son más frecuentes hacia los extremos de la formación. La potencia es muy variable de unos puntos a otros del Tramo dado el carácter recifal del grupo, pero en conjunto se puede estimar de 30 a 150 m.

**Estructura.**— Aparece este grupo como una banda continua en los flancos de los anticlinales de Zollo y de Bilbao, así como en pequeños asomos en el núcleo de los citados anticlinales, presentan, en conjunto, una fracturación muy intensa y frecuentes fenómenos de carstificación.

**Comportamiento.**— Grupo de permeabilidad media a alta por fracturación y/o carstificación; con buen drenaje, tanto superficial como profundo, salvo en los escasos niveles margosos intercalados. No es ripable en conjunto y presenta problemas de desprendimientos en los desmontes por las elevadas fracturaciones y carstificaciones que existen en el grupo. Se han observado taludes naturales estables a 70° con más de 20 m de altura y los taludes artificiales se pueden tallar subverticales aunque con riesgo de desprendimientos.

#### MARGAS Y CALIZAS DE URBIS (231c)

**Litología.**— Grupo constituido por margas arenosas de color gris oscuro a gris azulado, tabulares o finamente pizarrosas que se van haciendo progresivamente más calcáreas hacia la base del grupo. Estas margas, de forma ocasional, pasan lateralmente a verdaderas areniscas, que son de grano fino a medio, micáceas, de color gris, lajosas y fácilmente alterables. Los tramos calcáreos de la formación (Foto 9), aparecen únicamente en la base de la misma y están constituidos por calizas dolomíticas de color gris presentándose en capas de hasta 2 m de potencia. La potencia del conjunto se puede estimar en 200 m.

**Estructura.**— Se encuentran los afloramientos de este grupo en los flancos de los anticlinales de Zollo y de Bilbao. Presentan una fracturación apreciable aunque los cambios de rumbo y buzamiento no son muy notables. Los niveles margosos presentan generalmente áreas de alteración muy desarrolladas en la vertical, pero con escasa conti-



Foto 9.- Intercalaciones calcáreas del grupo 231c.

nuidad lateral.



Foto 10.— Aspecto del grupo 231c.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad baja en general, con drenaje superficial aceptable y malo en profundidad, existiendo posibilidad de que se produzcan desprendimientos en las intercalaciones calcáreas y/o areniscosas; son muy alterables en general y presentan problemas locales de asiento. Los taludes naturales permanecen estables con inclinaciones de 35–40° y alturas de más de 40 m; los desmontes se tallan a 60° y presentan siempre una intensa degradación,(Foto 10).

#### MARGAS PIZARROSAS DE SODUPE (231d)

**Litología.**— Grupo constituido por margas pizarrosas, en ocasiones de aspecto arriñonado, con fractura desigual y aspecto masivo, aunque en ocasiones se observan finas hiladas arenosas que rompen la monotonía del conjunto y son más frecuentes hacia la base de la formación. Estas margas son de color azulado y van adquiriendo tonalidades más pardas a medida que aumenta el contenido en arenas.

**Estructura.**— Afloran estos materiales en el flanco noreste del anticlinal de Bilbao y en el flanco suroeste del anticlinal de Zollo, sin presentar una fracturación apreciable y, en caso de existir en algunos puntos, es difícilmente observable dada la plasticidad general de los materiales y la ausencia de niveles rígidos.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad baja por fisuración, drenaje superficial aceptable aunque con posibilidad de encharcamientos en las áreas deprimidas. Son materiales ripables en general y bastante alterables. Los taludes naturales se observan estables con inclinaciones de 20–35° y alturas de 10 m; los desmontes se tallan a 60° con intensa degradación. A pesar de la naturaleza plástica de los materiales no se han observado deslizamientos importantes.

#### MARGAS Y CALIZAS DE GUEÑES (231e)

**Litología.**— Alternancia irregular de: 1) calizas margosas, con espículas, dispuestas en lechos y capas de hasta 1,2 m de potencia; son de color gris claro en superficie y más oscuro en fractura y suelen ser algo fétidas (Foto 11); y 2) margas de aspecto tabular, de color gris, dispuestas en lechos, con niveles carbonosos de hasta 5 cm de potencia. La

potencia del conjunto se puede estimar en 500 m.



Foto 11.— Aspecto del grupo 231e

**Estructura.**— Se encuentran, estos materiales, en el flanco suroeste del anticlinal de Zollo y al noreste del anticlinal de Bilbao, donde forman series monoclinales con fracturación apreciable pero que no suponen cambios apreciables de rumbo y buzamiento de las capas.

**Comportamiento.**— Grupo de permeabilidad baja por fisuración, con drenaje superficial aceptable salvo en las zonas deprimidas donde existe posibilidad de que se produzcan encharcamientos. Son materiales ripables salvo en las intercalaciones calcáreas; se pueden presentar problemas de cuevas estructurales, y de asiento en algunos puntos muy localizados. Los taludes naturales se han observado estables con inclinaciones de 35–40° y alturas de 20–30 m. Los taludes artificiales se tallan normalmente a 70° pero con frecuentes desprendimientos.

#### MARGAS PIZARROSAS Y ARENISCAS DE PANDO (231f)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de: 1) margas pizarrosas de color oscuro que se disponen en capas de hasta 2 m de potencia, y que ocasionalmente se agrupan llegando a formar bancos de 15–20 m y 2) areniscas micáceas de colores grises o amarillentos, de grano fino a medio que se disponen en capas de 0,5 a 1 m, estas areniscas generalmente son duras y compactas, aunque son fácilmente alterables y aparecen más frecuentemente hacia el techo de la formación, (Foto 12). La potencia del conjunto se puede estimar en 600 m.

**Estructura.**— Constituyen, estos materiales, una serie monoclinale, que se dispone en el flanco suroeste del anticlinal de Zollo con una fracturación generalmente muy intensa aunque las capas no presentan grandes cambios de rumbo y buzamiento.

**Comportamiento.**— Grupo con permeabilidad baja y drenaje superficial aceptable en general pues no se dan, normalmente, zonas deprimidas. Son ripables los términos margosos y la capa superficial alterada, que, puede tener un desarrollo muy importante, pero generalmente no lo son los niveles de arenisca intercalados. Se presentan frecuentes problemas de cuesta estructural y numerosos deslizamientos en masa, (Foto 13), aunque solamente se mueve la capa alterada. Los taludes naturales son, por lo general, inestables con inclinaciones de 20–25° y alturas de 1–2 m; los taludes artificiales tallados con 35°



Foto 12.- Talud excavado en el techo del grupo 231f

y alturas de 1–2 m presentan movimientos muy acentuados y una intensa degradación. En conjunto se puede considerar al grupo como geotécnicamente peligroso.



Foto 13.— Movimientos del grupo 231f

#### SERIE DE VALMASEDA (231g)



Foto 14.— Talud excavado en el grupo 231g

**Litología.**— Conjunto que está formado por una alternancia irregular de: 1) arenisca micácea que ocasionalmente presenta nódulos ferruginosos; de color gris más o menos amarillento, según el grado de alteración; se presentan en lechos y capas desde 1 m y 2) margas pizarrosas muy micáceas y con una elevada proporción de arenas, que se presentan en lechos y capas, de hasta 0,5 m de potencia, de color gris o pardo según el contenido arenoso. La potencia de la formación se estima en 2.000 m.

**Estructura.**— Constituyen una serie monoclinial que se desarrolla en el flanco suroeste del anticlinal de Zollo, con buzamientos que rara vez superan los  $40^{\circ}$  y una fracturación, en general, poco desarrollada a gran escala, aunque el diaclasado es bastante intenso. Por otra parte las fracturas existentes no producen grandes cambios de rumbo y buzamiento de las capas.

**Comportamiento.**— Grupo de permeabilidad media por fisuración de las areniscas y muy baja o prácticamente nula en las margas; drenaje superficial aceptable y malo en profundidad por la existencia de niveles margosos, lo que provoca en algunos puntos la formación de encharcamientos. El conjunto no es ripable aunque sí pueden serlo los niveles margosos y la capa superficial alterada; ocasionalmente pueden presentarse problemas de cuesta estructural. Los taludes naturales permanecen estables con inclinaciones de 50 a 60° y alturas superiores a los 40 m (Foto 15); los desmontes observados están tallados con inclinaciones de 70° presentándose en ellos ligeras degradaciones, (Foto 14).



Foto 15.— Movimientos superficiales del grupo 231g en el Alto de Los Tornos

### 3.1.5. Grupos geotécnicos

Dentro de la presente Zona los grupos litológicos anteriormente descritos se pueden agrupar, por afinidades de comportamiento en los siguientes grupos geotécnicos:

- A: Formaciones asimilables a suelos no cohesivos, formado por los grupos litológicos A1 y W1.
- B: Formaciones asimilables a suelos cohesivos, blandos en general, constituyen este grupo los grupos litológicos: A2, A7, V1, V2, V3 y V4.
- C: Zahorras naturales, constituido por los grupos D1 y D2.
- D: Suelos cohesivos muy blandos; de muy escasa representación en la zona, y constituido únicamente por el grupo W2.
- E: Coluviales inestables, constituyen este grupo las formaciones C6, C3 y C7.
- I: Materiales calcáreos carstificados y/o tectonizados, constituido por el grupo 231b.
- J: Formaciones de margas pizarrosas plásticas en general, se incluyen aquí los grupos 231d y 231f.
- K: Alternancia de margas pizarrosas plásticas y materiales resistentes con fracturación marcada, incluye los grupos 231a 231c y 231e.
- L: Alternancia de materiales detríticos erosionables y materiales resistentes, constituido únicamente por el grupo 231g.

### 3.1.6. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona

Dentro de los materiales cuaternarios, cabe destacar la inestabilidad de los coluviales C3, C6 y C7, especialmente los dos primeros, y los problemas de asiento derivados del

carácter general flojo de algunos coluviales y aluviales, en general cohesivos (A2, A7, V1, V2, V3 y V4) aunque sean de pequeña representación en la Zona. En todos los grupos anteriormente citados deben cuidarse en sobremanera las condiciones de drenaje para evitar encharcamientos y corrimientos superficiales, así como la aparición de problemas de asiento.

En las restantes formaciones cabe destacar la existencia de grupos constituídos esencialmente por alternancia de materiales resistentes con materiales unas veces detríticos erosionables (231g) y otras veces materiales plásticos (231a, 231c y 231e). En ambos casos se pueden plantear problemas de desprendimientos y/o corrimientos a favor de los planos de estratificación.

Por último cabe resaltar la presencia de grupos fundamentalmente margo-arcillosos, de plasticidad media a alta (231d y 231f). En ellos deben cuidarse las condiciones de drenaje y los desmontes no deben proyectarse con pendientes de más de 15° para evitar que se produzcan deslizamientos; además deben preverse medidas para combatir la alta erosionabilidad que presentan estos grupos.

### **3.2. ZONA 2: MONTES DE LA PEÑA**

#### **3.2.1. Geomorfología**

Ocupa, esta Zona, una amplia franja que, en dirección E—O, se sitúa en la parte central del Tramo ocupando aproximadamente el 40 por ciento de la superficie total del mismo, (Fig. 7). Se encuentra al sur de la Zona 1 y comprende las comarcas naturales de: La Losa, Valle de Sotoscueva y Valle del río Nela.

En el aspecto geomorfológico cabe individualizar dos subzonas bastante bien definidas, por una parte La Losa y el Valle de Sotoscueva y por otra el Valle del río Nela.

Las comarcas de La Losa y Valle de Sotoscueva comprenden morfológicamente un conjunto de mesetas escalonadas (Fig. 16) que se han originado por erosión diferencial de los materiales del Cretácico superior; las partes culminantes de estas mesetas están constituídas esencialmente por los materiales calcáreos de los grupos 232c, 232e, 232h, (Foto 17), mientras que las laderas están constituídas por materiales de los grupos 232a, 232b, 232d, 232f, y 232g de menor competencia que los anteriores.

La red fluvial, en conjunto, está poco encajada pues los ríos son generalmente poco caudalosos y de escaso poder erosivo, dando valles en artesa y/o de fondo plano, siendo todos ellos afluentes de los ríos Trueba o Nela.

El Valle del río Nela discurre en dirección NO—SE, y ocupa la parte sur—occidental del Tramo, presentando cada una de las vertientes una morfología distinta de la otra. La vertiente norte se desarrolla sobre una alternancia de materiales competentes e incompetentes del Cretácico superior, estos materiales presentan buzamientos suaves en conjunto y que producen una serie de resaltes en las laderas del valle. La vertiente meridional se halla en materiales competentes en general, con buzamientos suaves que suelen coincidir con la pendiente topográfica, hecho que, normalmente origina una ladera poco escarpada y que en la parte más alta (a 1.000 m de cota) está rematada por una llanura que se desarrolla sobre los materiales de los grupos 232c y 232e y que posiblemente corresponda a la terminación oriental del Páramo de Bricia.

#### **3.2.2. Tectónica**

Los materiales que afloran en este dominio pertenecen al Cretácico Superior, Paleógeno y Cuaternario, y están constituídos esencialmente por calizas, margas y algunos niveles detríticos más o menos compactados. Estos materiales han sido afectados por diversos movimientos de las diferentes fases de la Orogenia Alpídica.

Los primeros movimientos claramente observados se producen en el tránsito Cenomaniense—Turoniense y se reflejan en una pequeña discordancia entre ambos pisos, y en

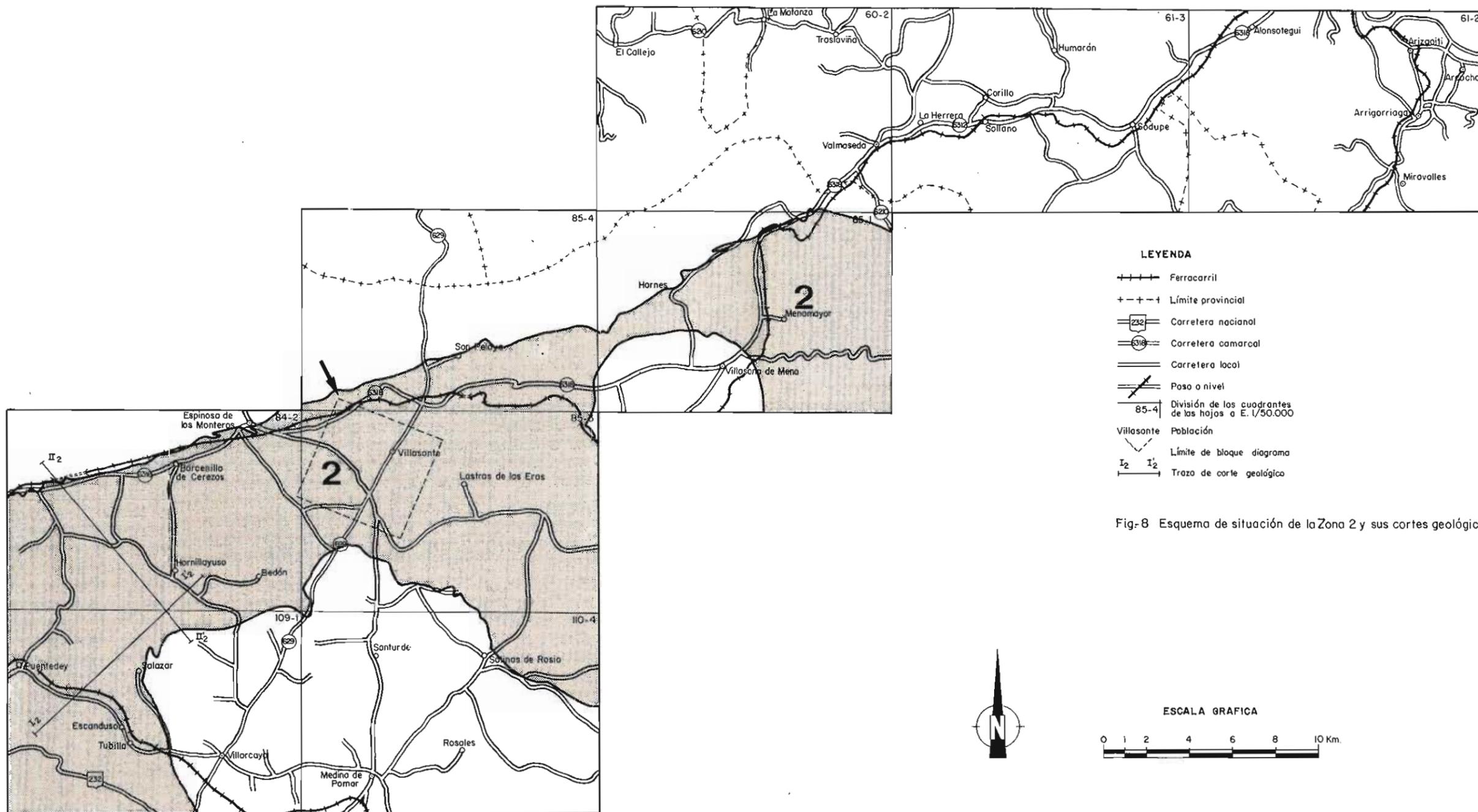


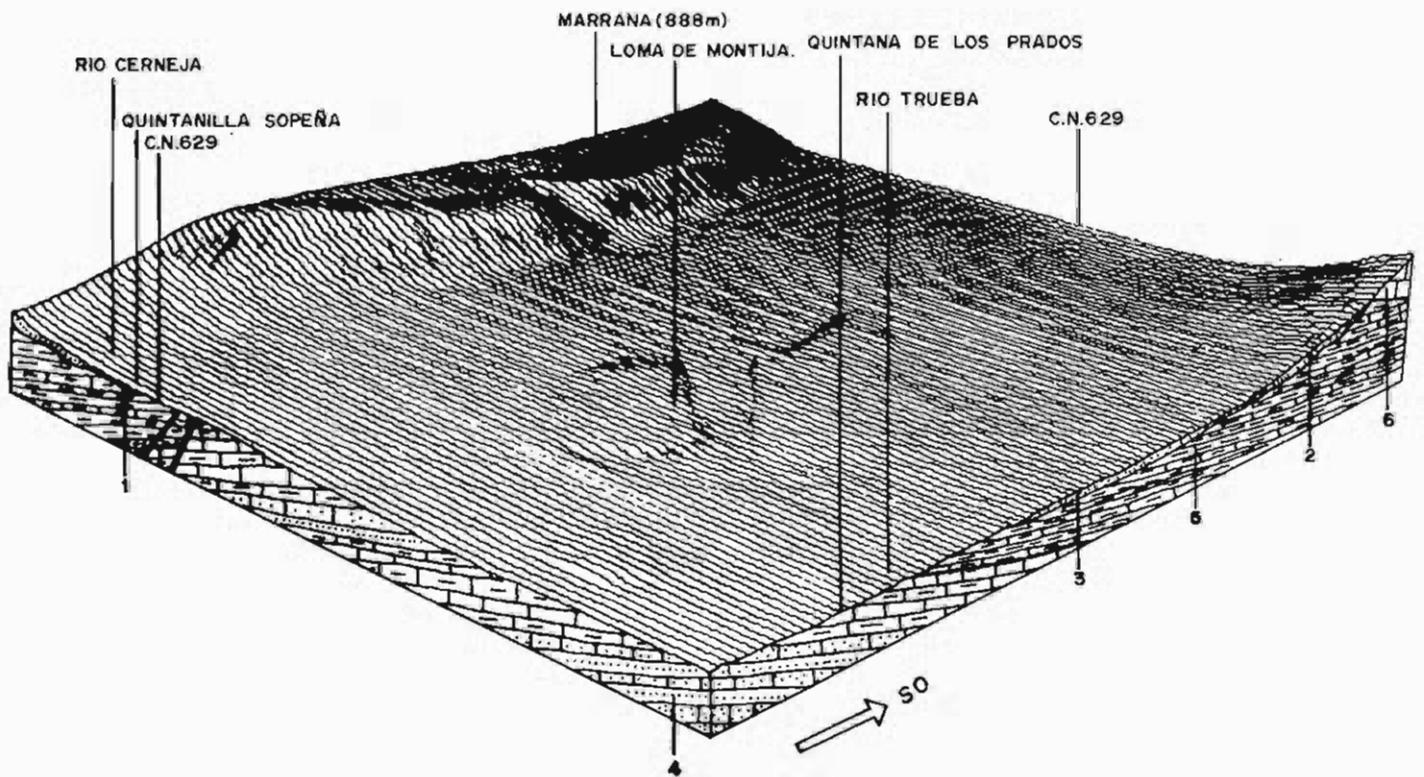
Fig-8 Esquema de situación de la Zona 2 y sus cortes geológicos



Foto 16.- Relieve escalonado producido por la erosión diferencial de los grupos litológicos 232 (1), 232d (2) y 232e (3).



Foto 17.-- Mesetas producidas en los materiales del grupo 232d coronados por las calizas del grupo 232e



ESCALAS: H=1:50.000  
V=1:50.000

P.V. a 14 Km del vértice anterior y altura de 5.000 m.s.n.m.

- 1 = Aluvial del Río Nervión
- 2 = Coluviones de Peñalba
- 3 = Coluvial de Cornejo
- 4 = Areniscas, calizas y margas de Espinosa de los Monteros
- 5 = Calizas y margas de Bercedo
- 6 = Calizas de Hornillatorre

FIG.9 BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 2



el desarrollo, en algunos puntos de la Zona, del llamado flysch de bolas Cenomaniense que está constituido por una alternancia rítmica de niveles calcáreos y margosos en el techo del grupo litológico 232a.

El paroxismo de la deformación se puede datar como post-Luteciense pues los materiales Lutecienses de los grupos 311a y 311b se encuentran deformados por estos movimientos. En el conjunto de la Zona estas deformaciones se manifiestan en unos pliegues cilíndricos de muy amplio radio, con dirección de N-120°-E a N-135°-E y entre los que cabe destacar el amplio sinclinal de Villarcayo.

Al mismo tiempo que se producen estas deformaciones se originaron un conjunto de fracturas de dirección N-60°-E y N-90°-E que producen una verticalización intensa del flanco norte del sinclinal de Villarcayo y laminan prácticamente todos los términos margosos y/o arenosos de los grupos afectados:

### 3.2.3. Estratigrafía

En la columna estratigráfica que se dispone a continuación viene reflejada la disposición cronológica de los distintos grupos de la Zona así como su potencia relativa.

Grupo litológico	Grupo geotécnico	Litología	Potencia en metros	Edad
A2	B	Gravas poligénicas con matriz areno-limosa	2-10	Cuaternario
A4	B	Arenas limosas y limos arenosos con cantos dispersos	2-10	Cuaternario
A5	B	Arcillas limosas y/o limos arcillosos con cantos de caliza	3-6	Cuaternario
C1	C	Gravas calcáreas con bloques de caliza y matriz areno-limosa	8	Cuaternario
C2	C	Gravas poligénicas con matriz limo-arenosa	2-10	Cuaternario
C3	E	Limos y limos arcillosos con cantos poligénicos minoritarios	2-8	Cuaternario
C4	A	Arenas limosas y limos arenosos con cantos dispersos	2-10	Cuaternario
C5	C	Arcillas limosas y/o limos arcillosos con cantos de caliza	3-6	Cuaternario
D1	C	Limos arenosos con una proporción variable de gravas poligénicas	3-6	Cuaternario
V5	B	Arcillas limosas y/o limos arcillosos con cantos de caliza	3-6	Cuaternario
V6	B	Limos y arcillas con cantos de caliza dispersos en superficie	2-5	Cuaternario
T1	A	Limos arenosos con proporción variable de gravas poligénicas	10	Cuaternario
311b	H	Calizas y calizas margosas blancas, ocre y grises	250	Eoceno
311a	L	Areniscas y arenas silíceas de grano fino con lentejones de microconglomerados	40	Eoceno
232h	H	Calizas arenosas, gris azulado, con dolomitización incipiente	40	Cretácico
232g	L	Margas grises y areniscas calcáreas de grano medio	80	Cretácico
232f	L	Arenas arcóscicas, margas arenosas y areniscas de grano medio	100	Cretácico
232e	H	Calizas micríticas, calizas detríticas y calcarenitas	60	Cretácico
232d	M	Margas grises masivas y capas de calizas micríticas	100	Cretácico
232c	I	Calizas y calcarenitas grises u ocre rosado	120	Cretácico
232b	M	Calizas micríticas y margas arenosas grises	200	Cretácico
232a	M	Areniscas silíceas, calizas brechoides y margas arenosas	120	Cretácico
231j	L	Arenas blancas y amarillentas con areniscas de grano grueso.	100	Infracretácico
231i	H	Areniscas amarillentas y microconglomerados pardos	70	Infracretácico
231h	L	Calizas detrítico-biogénicas y margas arenosas de aspecto pizarreño.	90	Infracretácico

### 3.2.4. Grupos litológicos

#### ALUVIAL DEL RIO NELA (A2)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas de cantos poligénicos (aunque lo más frecuente es que sean calcáreas, de tamaño entre 5 y 20 cm), heterométricos,

redondeados o subredondeados. Estas gravas aparecen englobadas en una matriz areno-limosa de color pardo, que constituye el 30–40 por ciento del total de la formación, pero que no confiere al conjunto trabazón alguna de los cantos. Se puede considerar caótica la estructura del conjunto, sin que aparezca una formación clara de horizontes o concentraciones con predominio de cantos o de matriz. La potencia es muy variable, se puede estimar entre 2 y 10 m.

**Comportamiento.**— Material de permeabilidad media por percolación con buen drenaje superficial. Puede presentar problemas locales de asiento por su escasa densidad. Los taludes naturales son estables con inclinaciones de hasta 10° y alturas inferiores a 3 m; los taludes artificiales se tallan a 70° con ligeros deslizamientos.

#### ALUVIAL DEL RIO TREMA (A4)

**Litología y estructura.**— Formación constituida por arenas limosas y/o limos arenosos que engloban cantos dispersos de calizas y/o areniscas y que no superan el 20 por ciento del total de la formación; estos cantos son heterométricos, con tamaños que oscilan de 5 a 16 cm generalmente. No se observan concentraciones preferentes de unos u otros términos de la formación, por lo que se puede considerar la estructura como caótica. La potencia total del grupo varía de 2 a 10 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad baja a media y drenaje superficial aceptable. Pueden presentar problemas locales de asiento debido a la baja densidad del conjunto. Los taludes naturales observados son prácticamente subhorizontales y sin presentar movimientos apreciables; los desmontes se han observado tallados a 35° con 1–2 m de altura y con intensa degradación.

#### ALUVIAL DE LA CUEVA (A5)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por arcillas limosas y/o limos arcillosos de color gris o pardo, que incluyen cantos subangulosos de caliza y/o caliza margosa dispersos en la masa y que constituyen aproximadamente el 20–30 por ciento del total de la formación; por lo general se encuentran sueltos o ligeramente trabados sin llegar a constituir, en ningún caso, trama subcerrada. La potencia de la formación difícilmente supera los 6 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad baja, a media, con drenaje superficial aceptable, aunque en algunas áreas deprimidas pueden producirse encharcamientos. Presentan en algunos puntos problemas de asiento. Los taludes naturales observados permanecen estables con inclinaciones de 30° y alturas próximas a 20 m; los desmontes existentes se tallan a 50° con ligeras degradaciones.

#### COLUVIALES DE HORNILLATORRE (C1)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas calcáreas y bloques de caliza y/o caliza dolomítica que pueden alcanzar varios m<sup>3</sup> de volumen, (Foto 18); los cantos constituyentes de estas gravas son angulosos o subangulosos y de hasta 30 cm de diámetro máximo. Estas gravas se encuentran englobadas dentro de una matriz areno-limosa que constituye aproximadamente el 30–40 por ciento del total de la formación. Constituye, este grupo, un conjunto caótico en el que se puede observar una concentración preferente de cantos en los niveles inferiores.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media, drenaje aceptable tanto en superficie como en profundidad. Son materiales en general ripables, salvo en algunos grandes bloques de caliza que se pueden englobar en la masa. Los taludes naturales observados permanecen estables con inclinaciones de 30–40° y alturas de más de 40 m, los desmontes existentes en el grupo son muy escasos, pero se han observado algunos de 1–2 m de altura tallados con inclinaciones de 70° y en los que cabe prever la existencia

de algunos desprendimientos.

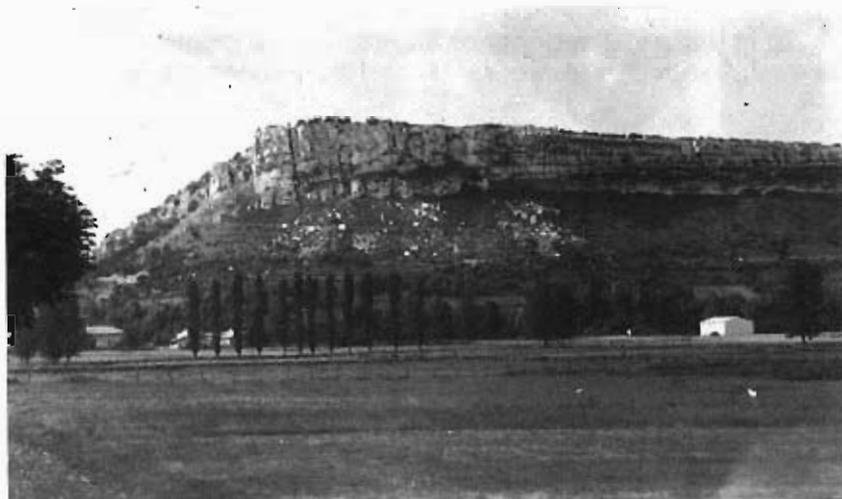


Foto 18.— Aspecto del coluvial C1 bajo las calizas del grupo 232c

#### COLUVIONES DE PEÑALBA (C2)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas predominantemente calcáreas, de cantos angulosos o subangulosos, empastados por una matriz areno—limosa de color rojo u ocre, que constituye el 30—40<sup>o</sup> del total de la formación. Ocasionalmente aparecen niveles internos ligeramente cementados por carbonatos, y en algunos puntos se puede observar una ligera segregación de cantos gruesos que se acumulan, por gravedad, en la base de los coluviones. Existe una acusada variabilidad en la proporción relativa de cantos y matriz en toda la extensión del Tramo. La potencia del conjunto oscila de 2 a 10 m.



Foto 19.— Movimientos producidos al excavar el coluvial C2. En primer plano los llanos ocupados por los grupos A2 y T1

**Comportamiento.**— Material frecuentemente explotado como zahorra al pie de los escarpes calizos, donde la trama de los cantos es, con frecuencia, cerrada. Presenta una permeabilidad media (alta en algunos puntos) por percolación, con buen drenaje en todos los afloramientos. Son fácilmente ríposables en conjunto y presentan una erosionabilidad baja pese a la débil trabazón de sus cantos. Los taludes naturales permanecen estables con alturas de más de 20 m y con inclinaciones de 30–40°; los desmontes existentes se tallan con inclinaciones de 70° y 2–3 m de altura, (Foto 19)), presentando una ligera degradación.

#### COLUVIALES DE BASAURI (C3)

Grupo descrito en la Zona 1, apartado 3.1.4, por su mejor representación en ella.

#### COLUVIAL DE PARTEARROYO (C4)

Grupo descrito en la Zona 4, apartado 3.4.4, por su mayor importancia en ella.

#### COLUVIAL DE CORNEJO (C5)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por arcillas limosas grises, y/o limos arcillosos pardos, que incluyen cantos angulosos de calizas y calizas margosas blancas, grises o amarillentas; estos cantos constituyen como mucho el 20 por ciento del total de la formación y se encuentran dispersos en la masa sin llegar a constituir en ningún caso trama subcerrada. El tamaño de los cantos difícilmente supera los 10 cm de diámetro máximo, siendo frecuentes las formas tabulares y los cantos con caras concoideas, típicas de los materiales margo—calcáreos. Las potencias difícilmente superan los 6 m.

**Comportamiento.**— Son materiales de permeabilidad baja en general, con drenaje superficial aceptable por escorrentía. Presentan erosionabilidad alta y locales problemas de asiento. Los taludes naturales son, en general, estables con pendientes de hasta 30° y alturas de 15–20 m; los desmontes existentes se han tallado con inclinaciones de hasta 70° y alturas de 3–4 m, presentando siempre ligeras degradaciones, (Foto 20).

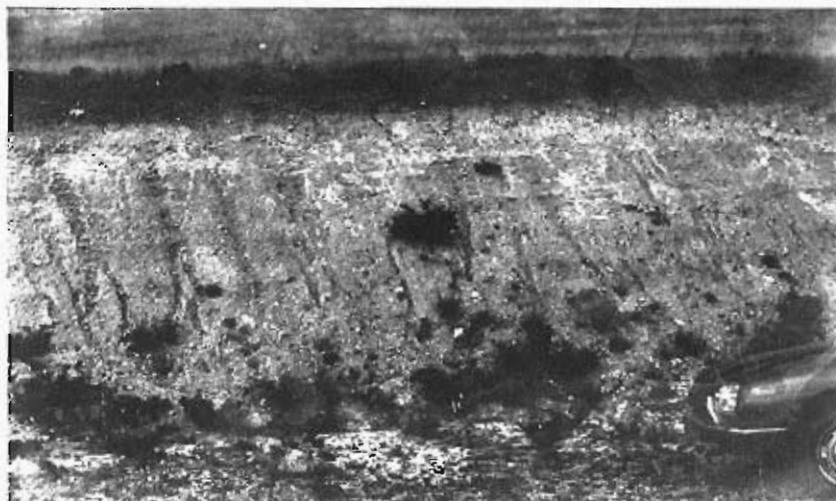


Foto 20.— Aspecto del coluvial C5

## CONOS DE DEYECCION DE TORRES (D1)

Grupo descrito en la Zona, 4, apartado 3.4.4, por su mejor representación en ella.

## ELUVIAL DE MEDIANAS (V5)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por arcillas limosas y/o limos arcillosos, de color amarillento, con predominio local de uno u otro material, y que presentan cantos de caliza y caliza margosa de hasta 8 cm de diámetro máximo, y que se encuentran dispersos en la masa, aunque son más frecuentes en superficie, formando, en todo caso, una trama abierta. La potencia de la formación oscila de 3 a 6 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media a baja, drenaje superficial aceptable aunque pueden producirse pequeños encharcamientos en áreas deprimidas. Son fácilmente erosionables; pueden darse problemas locales de asiento. Los taludes naturales observados rara vez presentan inclinaciones mayores de 20° (Foto 21) y alturas de más de 15 m, permaneciendo estables en estas condiciones; los desmontes existentes se tallan con inclinaciones de 50° y alturas de 1–2 m presentando una intensa degradación.



Foto 21.— Aspecto superficial del eluvial V5, al fondo el grupo 232d

## ELUVIAL DE VILLAMARTIN (V6)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por limos y arcillas de tonalidades rojizas o marrones; se presentan ambos materiales en proporciones análogas incluyendo en su masa algunos cantos angulosos o subangulosos de calizas blancas, que difícilmente superan los 8 cm de diámetro máximo; estos cantos generalmente se presentan con mayor frecuencia en superficie. Se encuentra, generalmente ocupando el fondo de dolinas y otras formaciones cársticas. La potencia del conjunto varía de 2 a 6 m.

**Comportamiento.**— Materiales poco permeables y con drenaje superficial aceptable. Presentan poca cohesión, pueden presentar problemas locales de asiento. Los taludes naturales observados son prácticamente horizontales (Foto 22) y no se han observado desmontes dentro del grupo.

## TERRAZAS DEL RIO TRUEBA (T1)

Grupo descrito en la Zona, 4, apartado 3.4.4, por su mejor representación en ella.



Foto 22.— Aspecto del eluvial V6, en primer plano, al fondo las calizas del grupo 232c y entre ambos grupos las margas del grupo 232d

#### CAPAS BIODETRITICAS DE CUBILLOS DE LOSA (231h)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de: 1) calizas detrítico—biogénicas de color gris—amarillento o pardo, que tienen una variable proporción de fracción detrítica, y se presentan en lechos y capas de hasta 2 m de potencia y 2) margas grises, bastante arenosas, micáceas en ocasiones y que se disponen en lechos y capas distribuidos irregularmente. La potencia del conjunto se puede estimar en 90 m.



Foto 23.— Caliza margo—arenosa del grupo 231h

**Estructura.**— Aparece esta formación en series monoclinales cuyos buzamientos oscilan entre 0 y 30° aunque en ocasiones pueden ser subverticales; presentan una fisuración notable en áreas de fracturación intensa. Los afloramientos más importantes se encuentran en las proximidades del diapiro de salinas de Rosío y en las cercanías del desgarre existente en Navagos.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media a baja por fisuración en las calizas y prácticamente nula en las margas; presentan drenaje superficial aceptable y malo en profundidad, lo que puede originar encharcamientos en áreas deprimidas. En conjunto no son ripables y presentan una alterabilidad y erosionabilidad notables. Los taludes naturales observados permanecen estables con inclinaciones de 35° y alturas de 10–16 m, los desmontes se tallan con inclinaciones de 50° y alturas de 3–4 m presentando degradación intensa, (Foto 23).

#### CAPAS DETRITICAS DE NAVAGOS (231i)

Grupo descrito en la Zona 3, apartado 3.3.4., por su mejor representación en ella.

#### ARENAS Y ARENISCAS DE ROSIO (231j)

**Litología.**— Constituyen este grupo una alternancia irregular de: 1) arenas blancas y amarillentas, de grano silíceo fino, sin matriz ni cemento, dispuestas en capas de hasta 2 m de potencia y 2) areniscas amarillas de grano silíceo, grueso en general, con matriz limo–arenosa y cementadas por carbonatos en algunos puntos, presentan estratificación difusa, aunque los niveles no suelen sobrepasar los 2 m. La potencia total del conjunto se puede estimar en 100 m.

**Estructura.**— Aparece esta formación en series monoclinales en áreas de fracturación intensa, presentando buzamientos que suelen superar los 45°, los afloramientos más importantes se encuentran en las proximidades del diapiro de Salinas de Rosío y en las cercanías del desgarre existente en Navagos.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media por percolación, con buen drenaje tanto superficial como profundo. Las areniscas no son ripables aunque sí lo son las arenas; pueden presentarse problemas locales de asiento en los niveles más arenosos. Se han observado taludes naturales estables con inclinaciones de 30°–35° y alturas de 10–15 m, los desmontes se pueden tallar subverticales sin grandes riesgos de deslizamientos ni de desprendimientos, aunque con una intensa degradación, (Foto 24).

#### ARENISCAS, CALIZAS Y MARGAS DE ESPINOSA DE LOS MONTEROS (232a)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de: 1) Areniscas de grano silíceo de tamaño medio a grueso (0,2–2 m), con matriz de arena fina y una ligera proporción de cemento calcáreo, tienen dureza media y son ligeramente disgregables en la parte superficial alterada, se disponen en capas de 0,3–0,5 m con algunos planos de discontinuidad intermedios, (Foto 25) 2) calizas, algo brechoides en la base, duras, micríticas y con venillas de recristalización de calcita, son lajeables en algunos puntos, se presentan en lechos y capas de hasta 50 cm de potencia, (Foto 26) 3) margas grises, en general oscuras, que siempre incluyen una cierta proporción de arenas y micas incluidas en la masa; se disponen en lechos de 8–15 cm que se integran en bancos de 2–3 m de grosor, (Foto 27). La potencia total de la formación se puede estimar en 120 m.

**Estructura.**— Constituyen los afloramientos de este grupo dos tipos de estructuras: 1) afloramientos en una amplia serie monoclinale de dirección Este–Oeste, con buzamientos suaves en el flanco norte del sinclinal de Villarcayo, y en la que no se observa una fracturación apreciable y 2) pequeños asomos en las proximidades del diapiro de Salinas de Rosío, que aun presentándose como series monoclinales, tienen orientación Norte–Sur y presentan buzamientos de más de 30° y una más intensa fracturación.



Foto 24.— Explotación de arenas síliceas del grupo 231j



Foto 25.— Aspecto de los niveles areniscosos del grupo 232a



Foto 26.— Calizas margo-arenosas en la Zona de Villamor, correspondientes a la serie cretácica. Grupo 232a



Foto 27.— Rítmica en el techo del grupo 232a

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media por fisuración aunque es baja en los niveles margosos considerados por separado; drenaje superficial aceptable en general y más deficiente en profundidad. Las margas son ripables así como los 2–3 m superficiales de alteración de las areniscas, las calizas no son ripables, pero en cualquier caso su voladura no requiere el empleo de gran cantidad de explosivos. No se consideran canterables, pero los productos de excavación son utilizables para terraplenes. Los taludes naturales observados permanecen estables con inclinaciones de  $60^{\circ}$  y más de 20 m de altura, los desmontes se pueden tallar subverticales con 10–12 m de altura, presentando escasa degradación, siempre que no coincidan con la pendiente estructural.

#### CALIZAS Y MARGAS DE BERCEDO (232b)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de: 1) Calizas micríticas con recristalizaciones espáticas, de color gris claro en superficie y más oscuras en corte fresco, son duras, compactas y se presentan en capas de 0,4 a 0,6 m, (Foto 29) y 2) margas grises, generalmente muy arenosas, cohesivas y ligeramente plásticas, aunque tienen aspecto masivo se presentan en lechos y capas de hasta 2 m; estos niveles margosos pueden hacerse francamente mayoritarios en algunos puntos de la formación, (Foto 28). La potencia del conjunto puede estimarse en 200 m.

**Estructura.**— Aparece esta formación como una serie monoclinial, con buzamientos que rara vez superan los  $30^{\circ}$  y que se dispone concordantemente sobre el grupo 232a. En general no se ven fracturaciones acusadas, y únicamente aparece la formación con un mayor grado de tectonicidad en las proximidades del diapiro del Valle de Mena, donde los niveles calcáreos se pueden observar verticalizados mientras que se laminan los niveles margosos.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media a baja por fisuración, con drenaje superficial aceptable y más deficiente en profundidad debido a la existencia de niveles margosos. Los niveles calcáreos no son, en conjunto, ripables, aunque sí lo son las margas y algunos finos niveles de calizas incluidos en ellas. Los taludes naturales observados permanecen estables con inclinaciones de  $40^{\circ}$  y alturas superiores a los 40 m (Foto 30), los desmontes se han tallado a  $70^{\circ}$  con alturas de 3–4 m y presentan una degrada-



Foto 28. — Margas tableadas del grupo 232b con algunos niveles calcáreos



Foto 29.— Niveles calcáreos del grupo 232b



Foto 30.— Movimientos en los niveles margosos del grupo 232b

ción lenta. En conjunto no se pueden considerar como materiales canterables aunque los productos de desmonte puedan utilizarse como préstamo en terraplenes.

#### CALIZAS DE HORNILLATORRE (232c)

**Litología.**— Grupo constituido por calizas y calcarenitas, generalmente cristalinas, bien estratificadas en algunos niveles y de aspecto masivo en otros, (Foto 31), de color gris en superficie y ocre—rosado en corte fresco. Se presentan en capas y bancos de hasta 5 m de potencia, cuyas juntas están constituidas por hiladas de margas de hasta 10 cm de grosor en los extremos superior e inferior de la serie. La potencia del conjunto se puede estimar en 120 m.



Foto 31.— Detalle de las calizas del grupo 232c.

**Estructura.**— Se encuentra este grupo en ambos flancos del sinclinal de Villarcayo presentando buzamientos que difícilmente superan los  $20^{\circ}$  y una fracturación muy intensa, (Foto 32). En las proximidades del diapiro de Salinas de Rosío las capas presentan mayores buzamientos ( $60^{\circ}$ — $70^{\circ}$ ) debido al levantamiento de los materiales plásticos del grupo 213; así mismo en este área se puede observar una más intensa fracturación de este grupo. En general el grupo presenta una carstificación intensa.



Foto 32.— 1) Calizas del grupo 232c, 2) margas y calizas del grupo 232b sobre las que se desarrolla el coluvial C2.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad alta por fisuración y/o carstificación, con buen drenaje tanto superficial como profundo. No son ripables, y existe posibilidad de desprendimientos en los escarpes. Se han observado taludes naturales estables subverticales con alturas que superan los 20 m. Se pueden considerar como los mejores materiales canterables existentes en el Tramo.

#### MARGAS DE CASTROBARTO (232d)

**Litología.**— Grupo constituido por margas grises de aspecto masivo, bastante arcillosas, cohesivas y plásticas que incluyen en su masa algunos niveles de calizas micríticas grises, dispuestas en capas de hasta 1,5 m; estos niveles son minoritarios en el conjunto de la formación, pero se van haciendo progresivamente más frecuentes hacia el techo de la misma. La potencia del conjunto puede estimarse en 100 m.



Foto 33.— Aspecto de los coluviales C5 sobre las margas del grupo 232d

**Estructura.**— Se presentan estratigráficamente entre dos grupos de mayor rigidez (232c y 232e), y han actuado como material incompetente ante los empujes y fracturas. Así en el flanco norte del sinclinal de Villarcayo se han laminado fuertemente, presentándose en algunos puntos con potencias que no superan los 20 m. Pero lo más frecuente es que se presenten subhorizontales dando un relieve de cerros testigos sobre las calizas del grupo 232c y coronados por las calizas del grupo 232e, (Foto 33).

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad baja en general, con drenaje superficial aceptable y malo en profundidad, lo que origina problemas de encharcamiento en las áreas deprimidas. Son ripables en conjunto, pero pueden presentarse problemas en los niveles calcáreos. Los taludes naturales se han observado estables con inclinaciones de 30–35° y alturas del orden de 20 m, y en los tallados artificialmente con 30–55° y alturas de 8–10 m se producen deslizamientos y una intensa degradación. En algunas áreas se han observado pequeños deslizamientos superficiales.

#### CALIZAS DE QUINTANILLA VALDEBODRES (232e)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de: 1) calizas micríticas duras, compactas, con restos de fauna, dispuestas en capas de 1–2 m poco diferenciadas y 2) calizas detríticas y/o calcarenitas que presentan indicios de dolomitización, muy

oquerosas y frecuentemente teñidas por óxidos de hierro, que se disponen en capas de 0,6 a 1,5 m de potencia que, ocasionalmente, presentan planos de estratificación difusos. La potencia del conjunto puede estimarse en 60 m.

**Estructura.**— Se incluyen estratigráficamente entre dos grupos de menor competencia (232d y 232f) por lo que han actuado como material rígido ante los empujes y fracturas. Aparecen, dentro del Tramo, en dos tipos de estructuras: 1) Capas aproximadamente horizontales en la parte alta de los cerros testigos del grupo 232d y en la terminación oriental del páramo de Bricia; 2) Capas con buzamientos subverticales en el flanco norte del sinclinal de Villarcayo; en este caso, al encajarse fuertemente los barrancos se originan laderas de fuertes pendientes naturales.



Foto 34.— Escarpe de las calizas del grupo 232e

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media a alta por fisuración, buen drenaje tanto superficial como profundo. Son duras, compactas y no ripables. Presentan taludes naturales estables con inclinaciones de 30–40° con alturas superiores a los 20 m, aunque pueden encontrarse suverticales en algunos puntos, (Foto 34); los desmontes pueden tallarse suverticales con riesgo de desprendimientos por el alto grado de fracturación que presenta la roca. Los áridos procedentes de estas calizas se consideran de baja calidad.

#### ARENAS Y ARENISCAS DE COGUILLOS (232f)

**Litología.**— Conjunto formado por arenas arcósicas blancas o amarillentas, sueltas, de grano medio a fino, sin matriz ni cemento, que local y lateralmente pasan a margas arenosas y areniscas amarillentas de grano medio y matriz limo-arenosa. La potencia de la formación puede estimarse en 100 m.

**Estructura.**— Se encuentra, este grupo, en ambos flancos del sinclinal de Villarcayo con una fracturación muy intensa y buzamientos que pueden llegar a ser subverticales.

En algunos puntos se han observado estratificaciones cruzadas, (Foto 35).

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media por percolación, drenaje aceptable tanto en superficie como en profundidad. Son materiales ripables salvo algún nivel de arenisca más compacto, y pueden producirse problemas locales de asiento. Se han observado taludes naturales estables con inclinaciones de 30° y alturas de 20 m, y se

pueden tallar los desmontes con  $60^{\circ}$  de inclinación presentando, siempre, una intensa degradación.

#### MARGAS CALCAREAS Y ARENISCAS DE AHEDO (232g)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de: 1) margas grises, sabulosas, de plasticidad baja que se disponen en lechos y capas de 0,3 a 1,5 m de potencia y 2) areniscas calcáreas grises o amarillentas, de grano medio, compactas, que ocasionalmente están cementadas por carbonatos, y que se disponen en capas de hasta 1,5 m. La potencia del conjunto puede estimarse en 80 m.

**Estructura.**— Afloran estos materiales en ambos flancos del sinclinal de Villarcayo, con una fracturación muy intensa y con buzamientos que generalmente superan los  $45^{\circ}$ , pudiendo, en ocasiones, llegar a ser subverticales.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media por fisuración, salvo en algunos niveles margosos, drenaje superficial aceptable y algo peor en profundidad por la presencia de los niveles de margas. Son materiales fácilmente ripables, salvo algunos niveles areniscosos, y pueden presentar problemas locales de asiento. Los taludes naturales observados permanecen estables con inclinaciones de  $20-30^{\circ}$  y alturas de 15–20 m; los desmontes se tallan a  $60^{\circ}$  y 6–8 m de altura presentando ligeros deslizamientos y degradación intensa.



Foto 35.— Estratificación cruzada en las arenas del grupo 232f

#### CALIZAS DE TUBILLA (232h)

**Litología.**— Grupo constituido por calizas arenosas, de color gris azulado, con abundantes recristalizaciones espáticas, y que presentan, en algunos puntos, dolomitización incipiente y algunos restos orgánicos. Se presentan en capas de 1 a 1,5 m con estratificación bien definida. La potencia del conjunto puede estimarse en 40 m.

**Estructura.**— Los escasos afloramientos de este grupo, dentro del Tramo, se encuentran coronando las series cretácicas en ambos flancos del sinclinal de Villarcayo, presentan buzamientos muy variables desde prácticamente subhorizontales a  $70-80^{\circ}$ ; pero en todo caso producen fuertes escarpes por estar dispuesto el grupo entre dos niveles de menor competencia.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad alta por fisuración, con buen drenaje tanto superficial como profundo. No son ripables en conjunto y debido a la intensa fracturación que presentan pueden originarse desprendimientos. Los taludes naturales observados permanecen estables con inclinaciones próximas a los  $90^{\circ}$  y alturas del orden de 20 m, y, tanto en estos taludes como en los desmontes tallados con fuertes pendientes, es posible que se produzcan desprendimientos.

#### ARENAS DE VILLALAIN (311a)

**Litología.**— Constituye este grupo una serie detrítica formada por arenas silíceas de

grano fino y matriz limo arcillosa que, ocasionalmente, se presentan en niveles más compactados llegando a constituir verdaderas areniscas; se disponen en lechos y capas de



Foto 36.— Detalle de las arenas de Villalain con estratificación entrecruzada. Grupo 311a.

hasta 2 m de potencia con abundantes estratificaciones cruzadas (Foto 36). En algunos puntos intercalan lechos de lentejones de microconglomerados o conglomerados de cantos calcáreos y/o cuarcíticos. La potencia de la formación se puede estimar en 40 m.

**Estructura.**— Se encuentra, este grupo, en ambos flancos del sinclinal de Villarcayo, presentando buzamientos que generalmente superan los  $45^{\circ}$ , y en el flanco norte, además, una fracturación intensa laminándose casi completamente.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media por percolación con buen drenaje tanto superficial como profundo. Son ripables en general y puntualmente pueden producirse problemas de asiento. Los taludes naturales observados permanecen estables con inclinaciones del orden de  $35^{\circ}$ , los desmontes existentes se han tallado con inclinaciones de  $60-70^{\circ}$ , y alturas de 6–8 m, presentando una intensa degradación.

#### CALIZAS DE CIGUENZA (311b)

**Litología.**— Grupo constituido por calizas blancas, ocreas o grises, duras, compactas, que se disponen en lechos y capas de hasta 0,8 m de potencia. Se intercalan niveles de caliza margosa y margas calcáreas en capas de hasta 2 m de potencia. Son generalmente muy fosilíferas hasta el punto que alguno de los niveles calcáreos es una auténtica lumaquela de nummulites y alveolinas. La potencia del conjunto se ha estimado en 250 m.

**Estructura.**— Aparece, este grupo, en ambos flancos del sinclinal de Villarcayo, en general con fuertes buzamientos que rara vez son inferiores a  $45^{\circ}$ , (Foto 37), presentando una fracturación muy intensa en el flanco norte donde las capas se verticalizan laminándose hacia el Este.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media por fisuración, con drenaje superficial aceptable y algo más deficiente en profundidad debido a la existencia de niveles de contenido margoso. No son ripables. Presentan en general una fracturación intensa. Los taludes naturales observados se mantienen subverticales con alturas próximas a los 20 m, produciéndose, en las zonas más fracturadas, pequeños desprendimientos.

#### 3.2.5. Grupos geotécnicos

Dentro de la presente Zona los grupos litológicos anteriormente descritos se pueden agrupar, por afinidades de comportamiento en los ocho grupos geotécnicos, que a continuación se citan:

- A: Formaciones asimilables a suelos no cohesivos, se incluyen en este grupo los siguientes grupos litológicos: T1 y C4.
- B: Formaciones asimilables a suelos cohesivos blandos en general, se agrupan aquí las

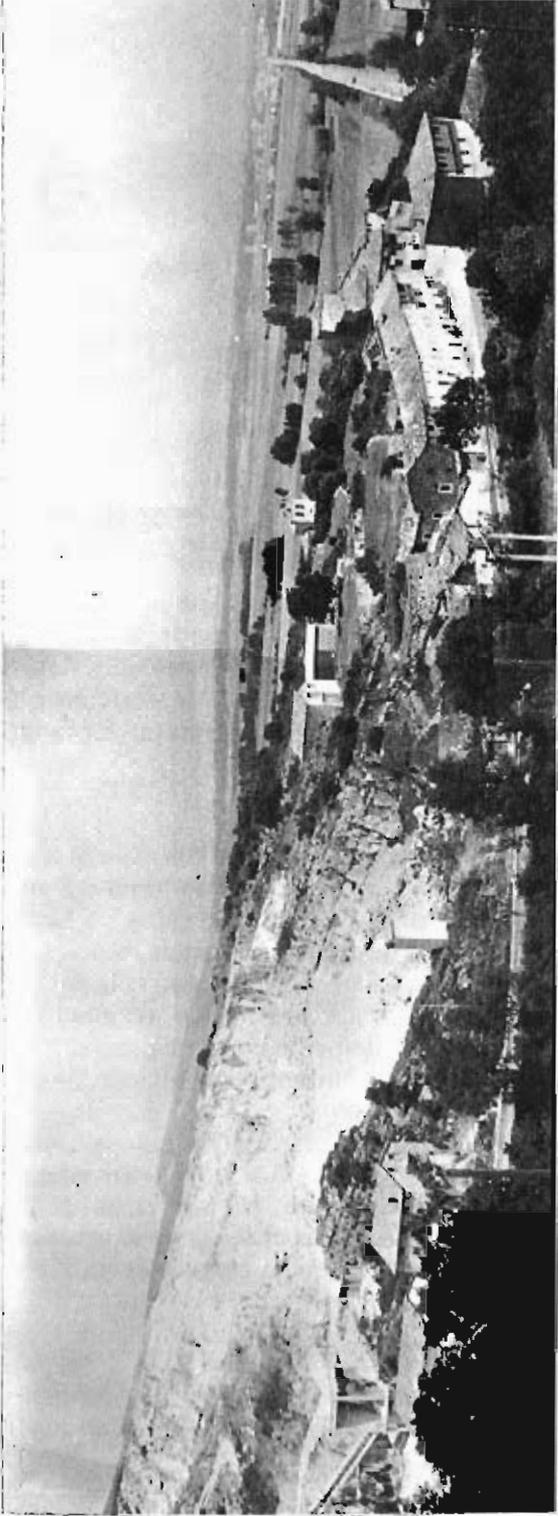


Foto 37.- Explotación activa de las calizas nummulíticas al SW de Villarcayo. Grupo 311b

- formaciones: A2, A4, A5, V5 y V6.
- C: Ahorras naturales, constituido por los grupos litológicos C1, C2, C5 y D1.
- E: Coluviales inestables, de muy escasa representación en el conjunto de la Zona y en el que solamente se incluye el grupo C3.
- H: Formaciones rocosas estables y resistentes, se incluyen aquí los grupos litológicos 231i, 232e, 232h y 311b.
- I: Materiales calcáreos carstificados y/o tectonizados, está constituido por el grupo litológico 232c.
- L: Alternancia de materiales detríticos erosionables y materiales resistentes, se integran aquí los siguientes grupos litológicos: 231h, 231j, 232f, 232g y 311a.
- M: Alternancia de materiales plásticos erosionables y materiales resistentes sin fracturación marcada, constituyen este grupo geotécnico los siguientes grupos litológicos: 232a, 232b y 232d.

### 3.2.6. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona

Debido a su mayor extensión superficial, son los grupos del Cretácico superior (232a al 232h) los que mayor incidencia van a tener en la Zona frente a la construcción de obras viales.

El mayor problema que pueden presentar los materiales cuaternarios es el encharcamiento de algunas áreas deprimidas, ocupadas por los grupos A5, V5 y V6, así como la falta de estabilidad de algunos coluviones (C3) y los problemas de asiento derivados de la escasa cementación que, por regla general, presentan todos los suelos.

Los materiales de los grupos 232a, 232b, 232d, 232f, 232g y 311a debido a la existencia de niveles margosos en ellos, pueden presentar problemas de cuevas estructurales; los grupos 232a, y 232b, también pueden presentar problemas de desprendimiento de bloques calcáreos por socavación de materiales margosos incompetentes. En el grupo 232c el mayor problema que presenta es la posibilidad de que se produzcan desprendimientos en los desmontes por la intensa carstificación y/o fracturación que presenta la roca.

### 3.3. ZONA 3: DIAPIROS DEL VALLE DE MENA Y SALINAS DE ROSIO

La presente Zona aparece formada por dos recintos geográficos bien delimitados, relativamente alejados entre sí, pero con una identidad morfoestructural y de origen bastante común en ambos. Se han denominado: A) Diapiro del Valle de Mena, situado en el sector de Villasana de Mena (Burgos) y B) Diapiro de Salinas de Rosío, extendido al NE de Medina de Pomar (Burgos), entre Bóveda de la Rivera y el valle de Pienza (Bárcena, Revilla, Quintanilla, etc), (Fig. 11).

#### 3.3.1. Geomorfología

La subzona A) está constituida por una extensa planicie, con una cota media próxima a los 350 m y notable homogeneidad topográfica. Aparece atravesada por cursos de agua de relativa continuidad aunque de caudal bastante limitado: ríos Cadagua e Hijueta; el primero discurre en dirección aproximada SO-NE, mientras el segundo, afluente de éste, lo hace de NO a SE. Ambos discurren por valles de fondo plano, con frecuentes ensanches en los cauces de inundación respectivos.

Aparecen aislados promontorios rocosos a lo largo y ancho de esta planicie, formados por calizas dolomíticas, dolomías y carniolas del Rethiense, levantados por el efecto diapírico de los yesos del Keuper infrayacente. En estos islotes rocosos se presentan taludes que alcanzan los 60-70° de inclinación, aunque son de escasa altitud con respecto al fondo del valle.

La Subzona B) por su parte aparece formada por una dorsal montañosa a lo largo de

su borde occidental y un extenso y amplio valle paralelo a aquélla. La dorsal montañosa está formada por idénticos materiales que los promontorios rocosos de A), entre los que yacen esporádicos asomos del Keuper margo—yesífero, versicolor, y episodios ofíticos muy locales, intensamente alterados y degradados. La mitad sur de la Zona constituye asimismo un encajado valle, en su área central, que discurre de Sur a Norte, a través del cual encuentra su trazado la carretera de Bóveda de la Ribera y el arroyo de la Torca. El cauce del río Salón, de relativa importancia la cruza de NE a SO, a la altura de Salinas de Rosío que da nombre a la Zona, para desembocar en el río Trueba, cerca de Medina de Pomar. El extremo norte de esta Zona se extiende por el valle de Pienza, cruzado de Norte a Sur por el cauce del citado río Trueba, de notable caudal permanente. Las alturas principales se alojan en la dorsal occidental con techo de 864 m (vértice La Coster) y altitud media próxima a los 750 m. Se trata, en definitiva de una morfología abrupta a meso y gran escala, con laderas empinadas y escarpes locales en las dolomías retienses. Las vallonadas tienen un perfil transversal abierto en general, con laderas suaves hacia el talweg y de progresivo aumento hacia las crestas (perfiles cóncavos, nunca rectilíneos), (Foto 39). El fondo del valle principal tiene una altitud media de 600 metros, lo que condiciona una diferencia media de cota de algo más del centenar de metros, para una distancia entre las culminaciones de ambas laderas de algo más de dos kilómetros.

Los caracteres precedentes permiten resumir que se trata de una morfología caracterizada por una acusada variabilidad y heterogeneidad, dada la diferente erosionabilidad de los dos materiales principalmente representados en la zona (dolomías y arcillas o margas yesíferas).

Es preciso indicar la presencia, en el sector del valle de Pienza, de amplias lagunas permanentes relacionadas con asomos del Keuper, (Foto 38).

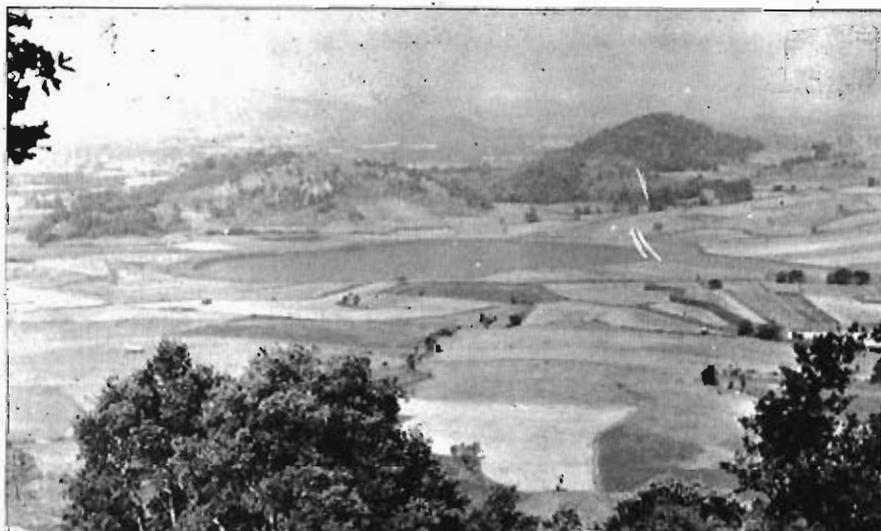


Foto 38.— Lagunas existentes en los materiales del grupo 213 en las proximidades de Gayangos

### 3.3.2. Tectónica

La tectónica observable en ambos sectores (Valle de Mena y Valle de Salinas de Rosío) es intensa y de origen diapírico. En efecto, el contacto externo de los macizos dolomíticos y asomos de Keuper, con las series terciarias a los que afecta, es mecánico o aparece localmente mecanizado, cuando no se realiza a través de francas fracturas ver-

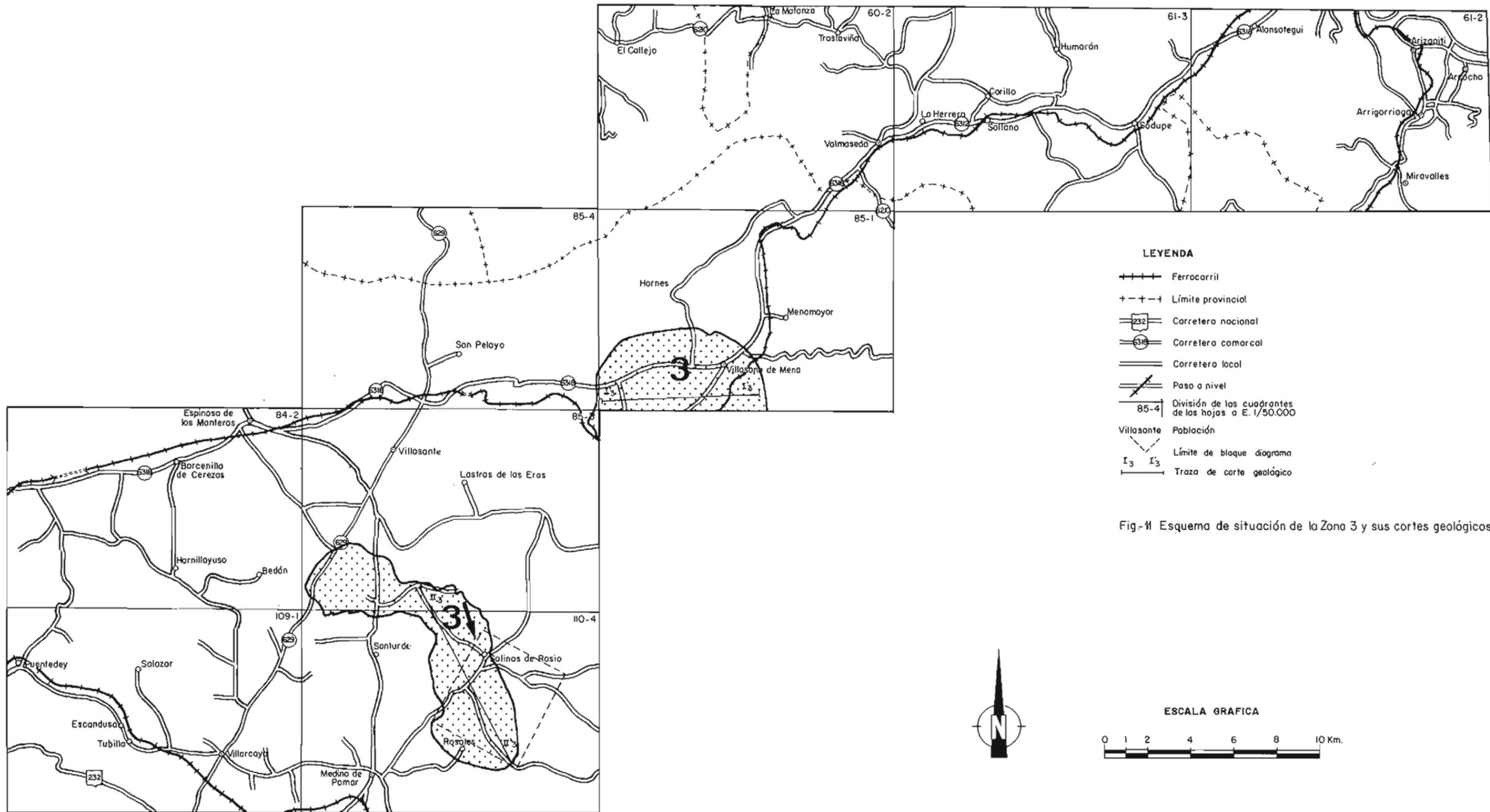
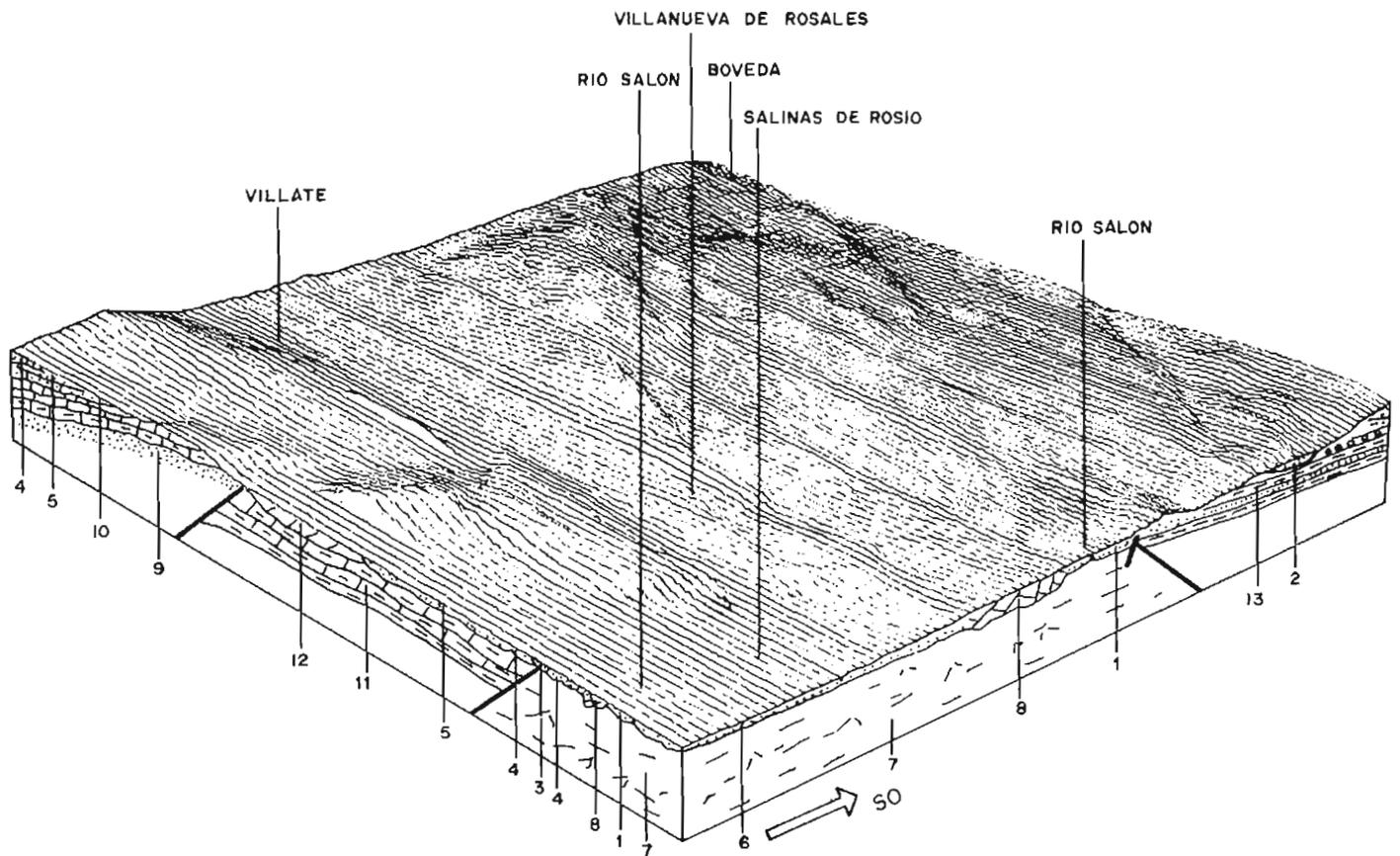




Foto 39. - Panorámica del aluvial y terraza del río Salón al noreste de Medina de Pomar. Gravas y arenas poligénicas con ligera proporción de finos. Grupos A1 y T1.



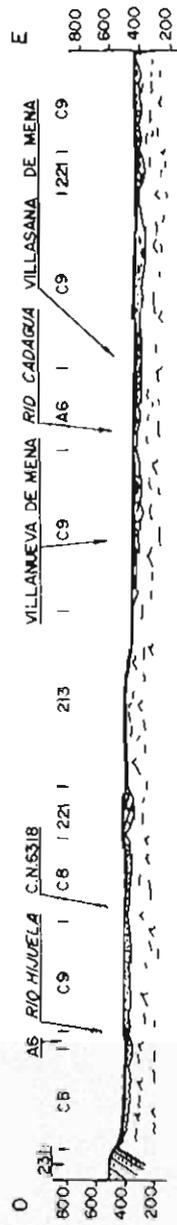
ESCALAS: H=1:50.000  
V=1:50.000

P.V. a 14 Km del vértice anterior y altura de 5.000 m.s.n.m.

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| 1 = Terrazas del Río Torres         | 8 = Carniolas de Rosales                                     |
| 2 = Conos de deyección de Torres    | 9 = Capas detríticas de Navagos                              |
| 3 = Coluviales de Basauri           | 10 = Areniscas, calizas y margas de Espinosa de los Monteros |
| 4 = Coluvial de Partearroyo         | 11 = Calizas y margas de Bercedo                             |
| 5 = Coluvial de Cornejo             | 12 = Calizas de Hornillatorre                                |
| 6 = Coluvial de Tabliega            | 13 = Capas detríticas de Santurde-Villamezan                 |
| 7 = Facies keuper del Valle de Mena |  |

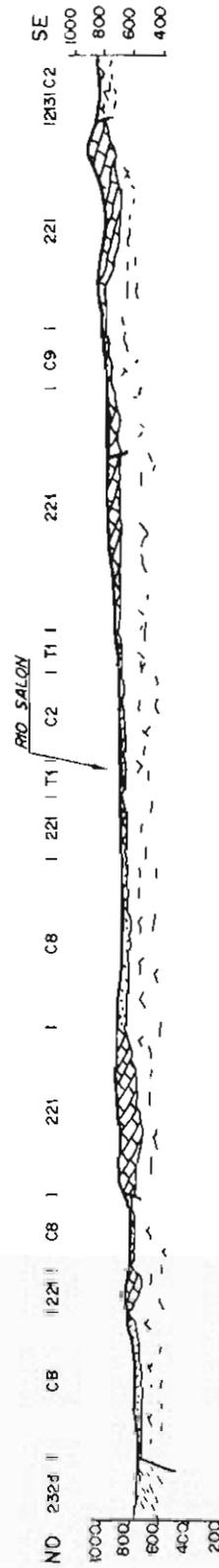
FIG. 12 - BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 3

### CORTE I<sub>3</sub>-I'<sub>3</sub>



- 231 Capas detríticas de Navagos
  - C8 Coluvial de Tabliega
  - C9 Coluvial de Barrasa
  - 221 Carmolas de Rosales
  - 213 Facies Keuper del Valle de Mena
  - A6 Aluvial del río Cadagua en Villasana de Mena
- Escala 1:50.000

### CORTE II<sub>3</sub>-II'<sub>3</sub>



- 232d Margas de Castrabano
  - C8 Coluvial de Tabliega
  - C9 Coluvial de Barrasa
  - 221 Carmolas de Rosales
- Escala 1:50.000

- T1 Terrazas del río Trueba
- C2 Coluvial de Peñalba
- 213 Facies Keuper del Valle de Mena

Fig. 13.-Cortes geológicos de la Zona 3

ticales de gran salto. Por otra parte la tectonicidad del material rocoso (dolomías y carniolas) es muy elevada, exponente claro de una tectónica regional y local intensa.

Las fracturas principales adoptan una distribución radial en el macizo de Salinas de Rosío, perfilándose en esta zona otra red de fracturas que pretenden adaptarse a la forma del diapiro (fracturas circulares deformadas).

En el sector del Valle de Mena es particularmente visible la actuación de este diapirismo, constatándose su actuación principal en una etapa post-Cretácico inferior. En el sector de Salinas de Rosío, se pone de manifiesto que los movimientos diapíricos han alcanzado hasta el Mioceno, deformando en parte las series conglomeráticas del Oligoceno y Mioceno.

### 3.3.3. Columna estratigráfica

En la columna estratigráfica, que se dispone a continuación, viene reflejada la disposición cronológica de los distintos grupos de la Zona así como su potencia relativa.

Grupo litológico	Grupo geotécnico	Litología	Potencia en metros	Edad
A1	A	Gravas calcáreas de 5 a 20 cm, con fracción arenosa.	10	Cuaternario
A6	B	Margas arcillosas y/o arcillas margosas con cantos poligénicos	3-5	Cuaternario
C2	C	Gravas poligénicas con matriz limo-arenosa	2-8	Cuaternario
C8	F	Margas arcillosas y/o arcillas margosas con arenas minoritarias y cantos dispersos	8	Cuaternario
C9	F	Margas arcillosas y/o arcillas margosas con cantos poligénicos minoritarios	6-7	Cuaternario
D1	C	Limos arenosos con una proporción variable de gravas poligénicas	3-6	Cuaternario
T1	A	Limos arenosos con proporción variable de gravas poligénicas	10	Cuaternario
231i	H	Areniscas amarillentas y microconglomerados pardos	70	Infracretácico
221	I	Calizas dolomíticas y dolomías oquerosas de aspecto masivo	150	Lías
220	H	Calizas dolomíticas gris oscuro de aspecto masivo	60	Jurásico indiferenciado
213	G	Arcillas margosas versicolores, arenosas y/o yesíferas con cantos poligénicos.	50	Trías

### 3.3.4. Grupos litológicos

#### ALUVIAL DEL RIO TRUEBA (A1)

Grupo descrito en la Zona 4, apartado 3.4.4., por su mejor representación en ella.

#### ALUVIAL DEL RIO CADAGUA EN VILLASANA DE MENA (A6)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por arcillas más o menos margosas que engloban cantos y bloques irregulares de carniolas y calizas dolomíticas dispersos en la masa y siempre claramente minoritarios. Proceden en conjunto de los materiales de facies Keuper (grupo 213), por lo que cabe pensar en la posible presencia de yesos más o menos diseminados en la formación. Son de consistencia blanda en general y dan una morfología plana que se adapta a las formaciones adyacentes; no se observan estructuras internas en la formación, pudiendo considerarse ésta como un conjunto caótico en que no se dan concentraciones preferentes de unos u otros materiales. La potencia del conjunto puede estimarse en 3-5 m.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad baja, con drenaje superficial aceptable y malo en profundidad, lo que puede originar encharcamientos en áreas deprimidas. Son materiales fácilmente ripables salvo en algunos grandes bloques de carniolas. Se

pueden presentar problemas locales de asiento. Los taludes naturales observados son subhorizontales y los desmontes tallados a 30°–40° con 1–2 m de altura presentan desprendimientos y una intensa degradación. Hay que prever la presencia de sulfatos diseminados en la masa de la formación.

#### COLUVIALES DE PEÑALBA (C2)

Grupo descrito en la Zona 2, apartado 3.2.4., por su mayor desarrollo en ella.

#### COLUVIAL DE TABLIEGA (C8)

**Litología y estructura.**— Grupo formado por arcillas margosas y/o margas arcillosas de color pardo–rojizo con proporciones variables de uno u otro componente, y que presentan una fracción arenosa minoritaria con algunos cantos dispersos de calizas o de carniolas y de margas. Los cantos tienen una distribución muy irregular aunque parece observarse que son más abundantes en superficie. La potencia del conjunto puede estimarse en 8 m.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad baja, con drenaje superficial tolerable y francamente deficiente en profundidad, produciéndose encharcamientos en áreas deprimidas. Son materiales que pueden presentar problemas locales de asiento. Los taludes naturales son estables con pendientes subhorizontales; los desmontes observados no superan generalmente los 2–3 m de altura con pendientes de 20°–30°, presentando una degradación intensa debido a la alta erosionabilidad del grupo. Debe preverse la presencia de sulfatos diseminados en la masa.

#### COLUVIAL DE BARRASA (C9)

**Litología y estructura.**— Conjunto formado por margas arcillosas procedentes de materiales de la facies Keuper (213), son de color pardo–rojizo y presentan una fracción arenosa minoritaria. Incluyen en la masa de la formación cantos y bloques de carniolas de hasta 1 m<sup>3</sup> de volumen; estos cantos presentan una distribución muy irregular, constituyendo, el conjunto de la formación, una masa caótica en la que no se puede individualizar ninguna estructura. La potencia del conjunto puede estimarse en 6–7 m.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad baja, con drenaje superficial tolerable y francamente deficiente en profundidad, produciéndose encharcamientos en áreas deprimidas. Son materiales ripables en conjunto, aunque pueden darse problemas en algunos puntos por la presencia de bloques de calizas incluidos en la masa; pueden producirse problemas locales de asiento. Los taludes naturales son estables con inclinaciones de hasta 15°, los desmontes observados no superan generalmente los 2–3 m de altura con pendientes de 30–40° produciéndose desprendimientos y una degradación intensa debida a la erosionabilidad del grupo. Debe preverse la presencia de sulfatos diseminados en la masa.

#### CONOS DE DEYECCION DE TORRES (D1)

#### TERRAZAS DEL RIO TRUEBA (T1)

Grupos descritos en la Zona 4, apartado 3.4.4., por su mayor desarrollo en ella.

#### FACIES KEUPER DEL VALLE DE MENA (213)

**Litología.**— Grupo formado por arcillas margosas versicolores arenosas y/o yesíferas con intercalaciones aisladas de: yesos especulares o sacaroides, blancos, rojos o negros que se presentan en pequeños diques de 5–15 cm; calizas dolomíticas grises y oquerosas,

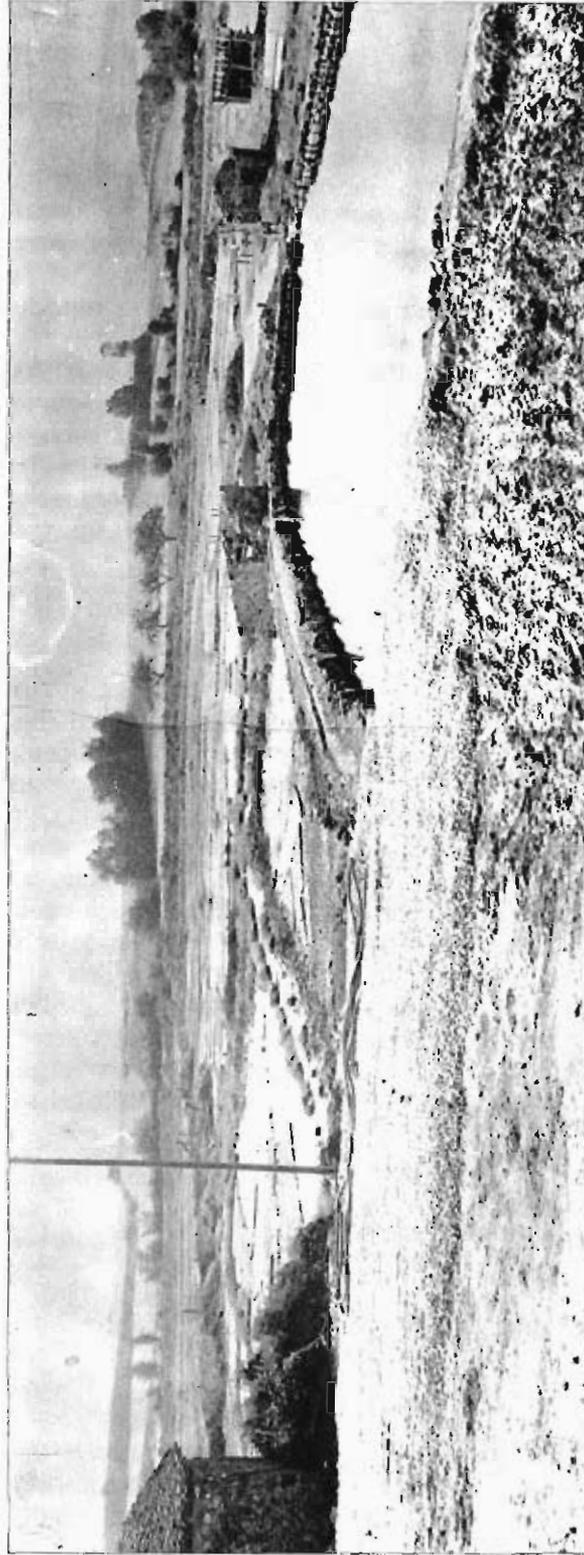


Foto 40.— Balsa de las Salinas de Rosío. Asomos de Trias con aguas surgentes, cargadas de sal. Se explotan en la actualidad. Grupo 213.

y rocas subvolcánicas básicas, en diques que rara vez superan 1,5 m de potencia. La potencia del conjunto no se puede determinar porque no se ve la base de la formación, pero la potencia visible se estima en 50 m.

**Estructura.**— Conjunto de estructura caótica que se emplaza, dentro del Tramo en dos grandes diapiros, el de Salinas de Rosío y el del Valle de Mena, englobando en su ascenso grandes bloques de carniolas del Lías que quedan posteriormente flotando en la masa plástica que forma este grupo.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad baja en general, con drenaje malo, tanto en superficie como en profundidad, lo que origina encharcamientos en áreas deprimidas. Son fácilmente ripables los materiales margo—arcillosos, pero no las intercalaciones calcáreas que presentan; se puede considerar el conjunto como de plasticidad alta. Los taludes naturales observados permanecen estables con inclinaciones de 30° y alturas de 20 m; los desmontes observados con inclinaciones de 30—40° y alturas de 1—2 m presentan movimientos muy acusados y una intensa degradación.

#### CALIZAS DOLOMITICAS DE CANIEGO (220)

**Litología.**— Grupo constituido por calizas dolomíticas de color gris oscuro, de aspecto masivo, muy vacuolares y que presentan ocasionalmente yeso o anhidrita en las vacuolas; al microscopio se observan gruesos cristales de dolomitas que crecen englobando a los preexistentes. En algunos puntos se han observado tallos de crinoides muy abundantes. La potencia de la formación se estima en 60 m.

**Estructura.**— Aparecen estos materiales, fuertemente tectonizados, en una pinzadura entre dos fallas en el borde septentrional del diapiro del Valle de Mena, presentando buzamientos fuertes, que generalmente superan los 45°.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media por fisuración, con drenaje bueno tanto en superficie como en profundidad. No son ripables. Los taludes naturales observados presentan pendientes de 45° y alturas de 20 m, los desmontes existentes se tallan subverticales con 20—25 m y sin grandes riesgos de desprendimientos, (Foto 41).



Foto 41.— Cantera en las calizas del grupo 220

## CARNIOLAS DE ROSALES (221)

**Litología.**— Conjunto formado por calizas dolomíticas y dolomías oquerosas, (Foto 42), rosadas, crema o amarillentas, con textura microbrechoide, presentan esporádicos asomos de materiales de la facies Keuper de muy pequeña extensión, y algunos pequeños diques de ofitas de 1–1,5 m de potencia. La potencia total de la formación se puede estimar en 150 m.



Foto 42.— Calizas y carniolas del Triás de Villatomil–Rosales. Grupo 221

**Estructura.**— Se presentan en afloramientos de aspecto masivo, con una gran variabilidad de rumbos y buzamientos y una fracturación elevada. Se presentan como grandes masas flotando sobre el Keuper (grupo 213).

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media por fisuración, con buen drenaje tanto en superficie como en profundidad. No son ripables en general, los taludes naturales observados son estables con inclinaciones de  $40^{\circ}$  y alturas del orden de 20 m, los desmontes pueden tallarse subverticales pero con riesgo de desprendimientos por la elevada tectonicidad de la roca.

## CAPAS DETRITICAS DE NAVAGOS (231i)

**Litología.**— Grupo constituido por areniscas amarillentas, versicolores en contacto con el grupo 213, de grano medio a grueso, dispuestas en capas de 0,6 a 1,5 m; y microconglomerados pardos de cantos de cuarzo y matriz oquerosa; se disponen en lechos y capas de potencia variable. Presentan ambos términos de la serie grandes cambios, tanto laterales como en la vertical y abundantes estructuras sinsedimentarias. La potencia del conjunto puede estimarse en 70 m.

**Estructura.**— Aparecen en zonas de intensa tectonización, generalmente con buzamientos que superan los  $45^{\circ}$ , se asocian a los asomos diapíricos de Salinas de Rosío y del Valle de Mena, así como al gran desgarramiento existente en Navagos, (Foto 43).

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad alta por percolación y/o fisuración, con buen drenaje tanto superficial como profundo. No se consideran ripables y presentan erosionabilidad de media a baja. Los taludes naturales observados permanecen estables con inclinaciones de  $40^{\circ}$  y alturas del orden de 20 m; los desmontes existentes se tallan a  $70^{\circ}$  presentando ligera degradación, (Foto 44).

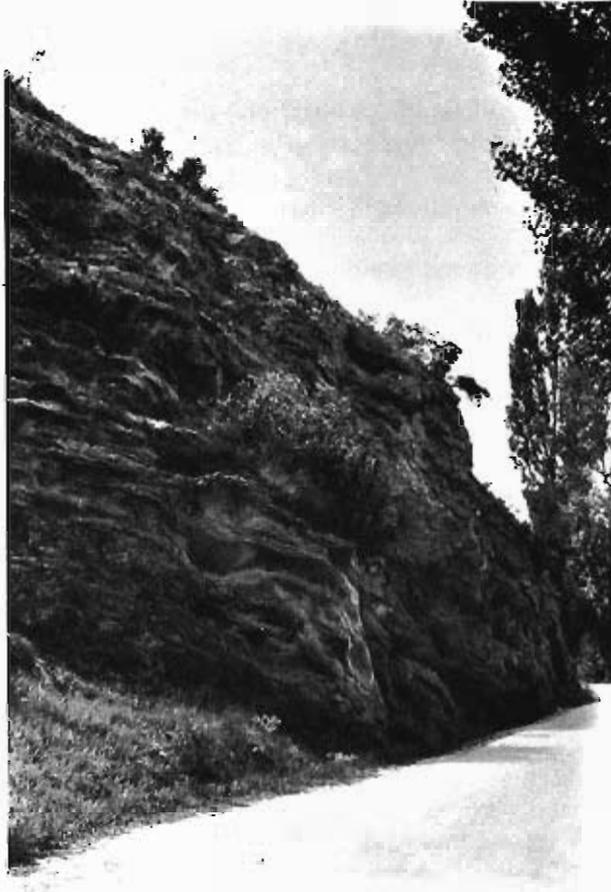


Foto 43.— Detalle de la formación 231i.



Foto 44.— Visión estereoscópica de un afloramiento de los materiales del grupo 231i

### 3.3.5. Grupos geotécnicos

Dentro de la presente Zona los grupos litológicos anteriormente descritos se pueden agrupar, por afinidades de comportamiento, en los grupos geotécnicos que a continuación se citan:

- A: Formaciones asimilables a suelos no cohesivos; incluye los grupos litológicos A1 y T1.
- B: Formaciones asimilables a suelos cohesivos blandos en general, está constituido en esta Zona por el grupo litológico A3.
- C: Zahorras naturales, constituido por los grupos litológicos C2 y D1.
- F: Recubrimientos sobre facies Keuper, que está constituido únicamente por los grupos C8 y C9.
- G: Terrenos en facies Keuper, que incluye únicamente el grupo 213.
- H: Formaciones rocosas estables y resistentes, se incluyen aquí los grupos litológicos 220 y 231i.
- I: Materiales calcáreos carstificados y/o tectonizados, en este grupo se incluyen únicamente las carniolas del grupo 221.

### 3.3.6. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona

La Zona se encuentra ocupada en un 40 por ciento por carniolas del grupo 221, en un 40 por ciento por los suelos C8 y C9 y en un 10 por ciento aproximadamente por materiales de facies Keuper.

Si bien los materiales del grupo 213 y los suelos desarrollados sobre ellos presentan una topografía generalmente muy plana, y por tanto no van a presentar graves problemas de encajamiento de la red vial, hay que considerar al grupo como peligroso por los posibles movimientos que se pueden originar en él, los problemas de asiento y la presencia de sulfatos.

El mayor problema que puede presentar el grupo 221 es que se produzcan en él desprendimientos en los desmontes, pues la roca es muy oquerosa y está muy fracturada.

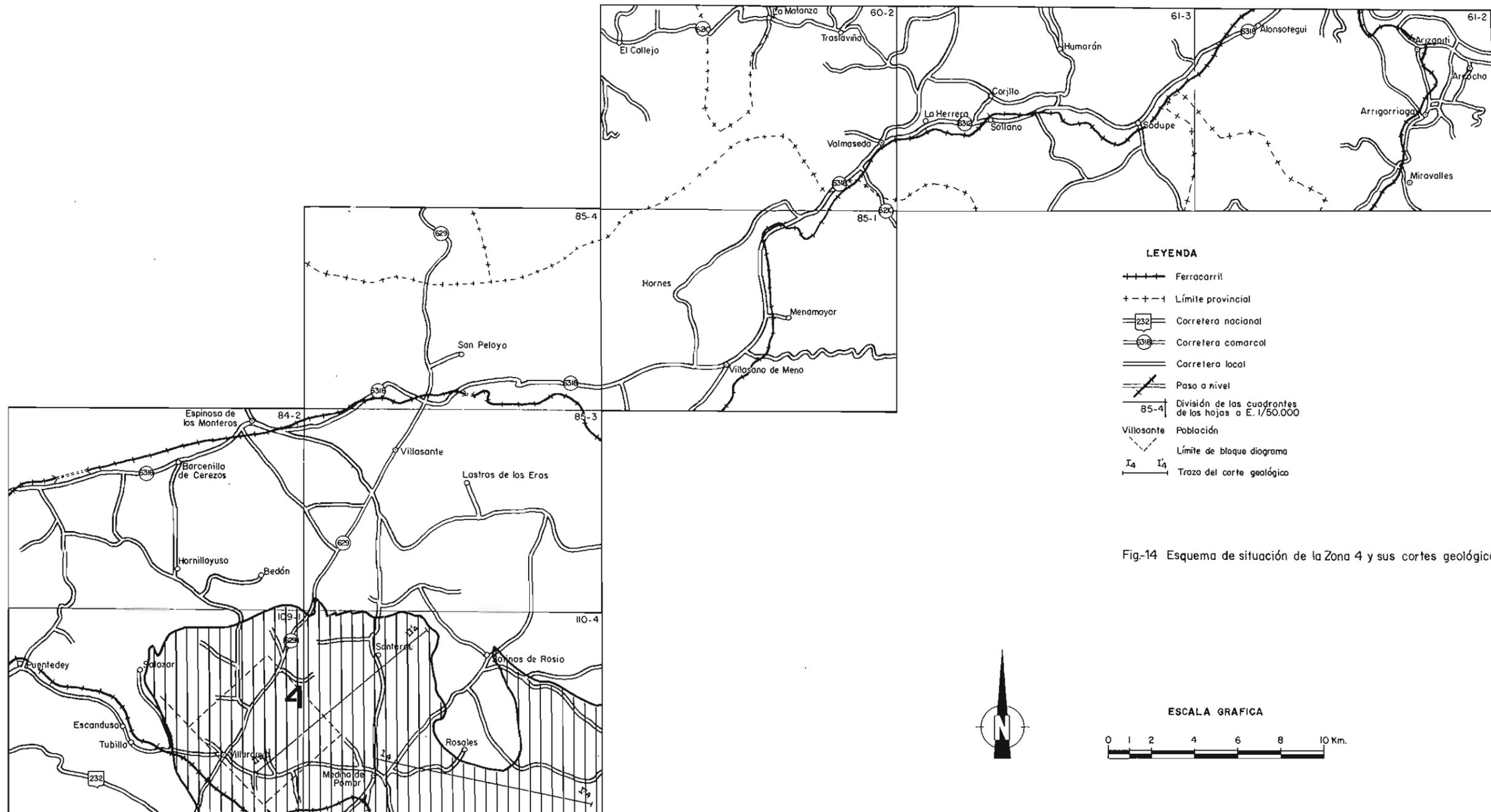
## 3.4. ZONA 4: DEPRESION DE VILLARCAYO—MEDINA DE POMAR

Ocupa el extremo suroriental del Tramo e incluye, como enclave morfoestructural, la subzona sur de la Zona 3 anteriormente descrita; se extiende con forma ovalada entre Salazar, Torme y Cigüenza, en plena merindad de Castilla La Vieja, y Betames, rozando ya la Merindad de Cuesta—Urría, (Fig. 14).

### 3.4.1. Geomorfología

La Zona constituye un amplio valle intramontañoso, suavemente alomado en la mitad occidental y francamente abrupto en la mitad oriental, donde surgen dos núcleos montañosos: a) el diapiro de Salinas de Rosío, integrante de la Zona 3, ya descrita y b) la alineación prominente de la Junta de la Cerca. A su vez se halla rodeada de alineaciones montañosas que describen con su estructura un fondo sinclinal disimétrico, en cuyo núcleo han encontrado asiento las formaciones terciarias y cuaternarias que constituyen el substrato de la misma.

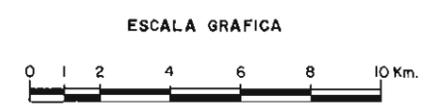
Desde el punto de vista geomorfológico la presente Zona participa, pues, de dos entornos bien diferenciados: el occidental o Merindad de Castilla La Vieja y el oriental o Merindad de Cuesta—Urría. El primero aparece formado por una serie miocena subhorizontal, con alternancia de capas blandas y duras que producen una monótona sucesión de cuevas estructurales tendidas y taludes interrumpidos por multitud de vaguadas zigzagantes, (Foto 45), confiriendo al paisaje un típico aspecto de pequeños islotes y valles de distribución muy irregular, y con diferencias máximas de nivel, entre puntos culminantes y fondos de valle, muy reducida (25—50 m en general), (Foto 46). El entorno deforma-



**LEYENDA**

- +++++ Ferracarril
- + - + - + Límite provincial
- 232 Corretera nacional
- 538 Corretera comarcal
- ==== Corretera local
- /// Paso a nivel
- 85-4 División de los cuadrantes de las hojas a E. 1/50.000
- Villosante Población
- - - - Límite de bloque diagrama
- I<sub>4</sub> I<sub>4</sub> Traza del corte geológico

Fig-14 Esquema de situación de la Zona 4 y sus cortes geológicos.



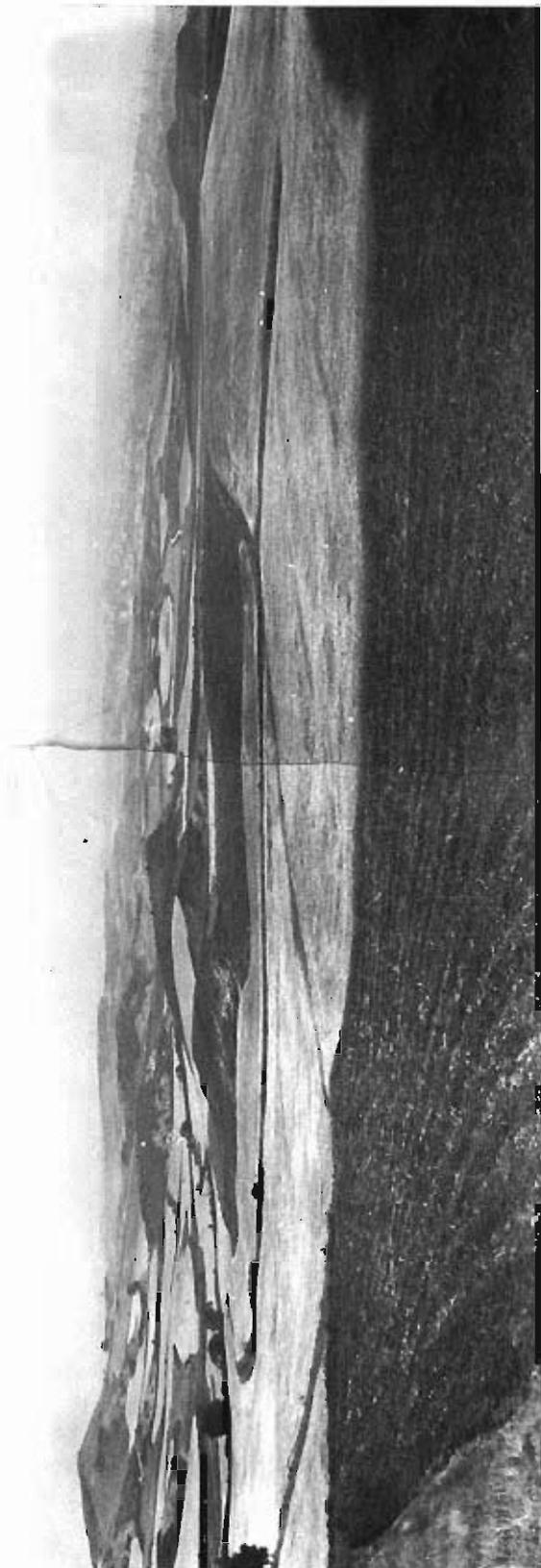


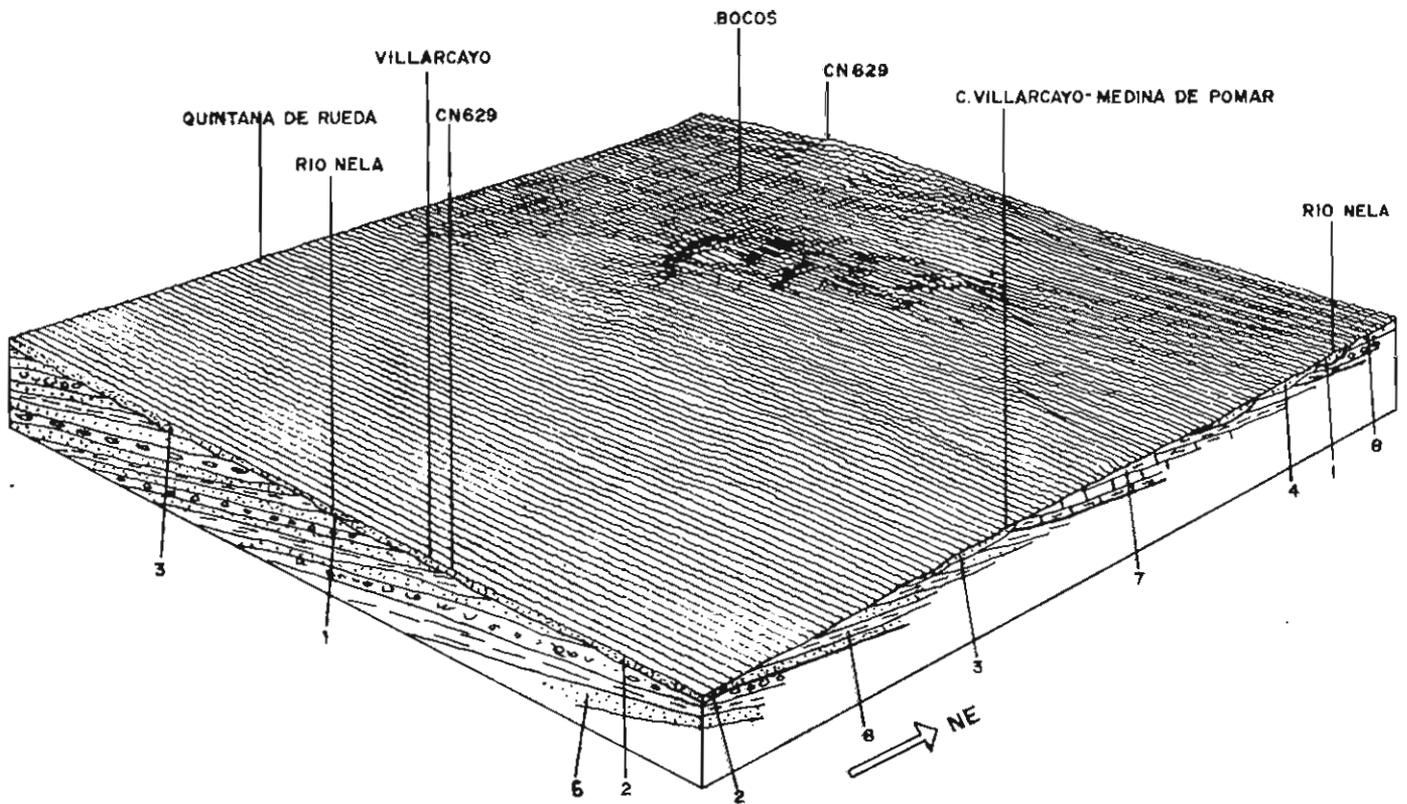
Foto 45.- Morfología de islotes, dentro del extenso valle del río Trueba al norte de Medina de Pomar. Serie miocena. Grupos 321c, 350 y suelos coluvio-eluviales



Foto 46.- Panorámica de la zona de Santiuurde-Céspedes. Grupo 321c.



Foto 47.- Panorámica desde el Alto de Bóveda. Grupo 321c.



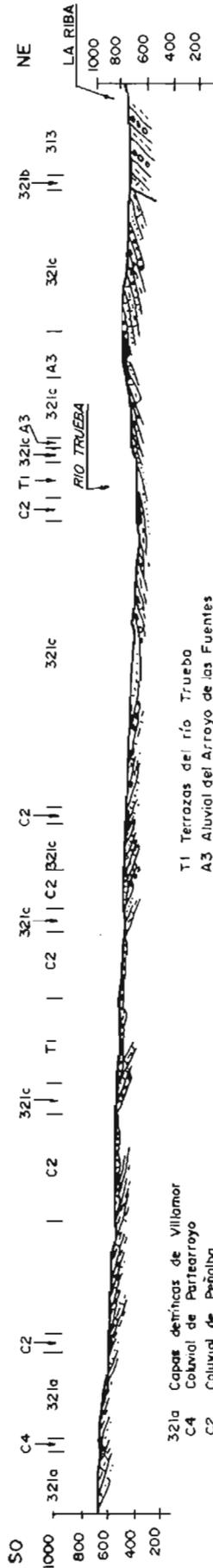
ESCALAS: H=1:50.000  
V=1:50.000

P.V. a 14 Km del vértice anterior y altura de 5.000 m.s.n.m.

- 1 = Aluvial del Río Trueba
- 2 = Terrazas del Río Trueba
- 3 = Coluvial de Partearroyo
- 4 = Coluvial de Villanueva la Lastra
- 5 = Serie conglomerática de Quintanilla de Pienza
- 6 = Copas detríticas de Villamor
- 7 = Serie calcárea de Cespedes
- 8 = Copas detríticas de Santurde-Villamezan

FIG. 15 BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 4

### CORTE II 4 - II' 4



- 321a Capas detríticas de Villamor
- C4 Cobertura de Paríscarroyo
- C2 Coluvial de Peñalba
- 321b Serie calcárea de Cespedes
- 321c Capas detríticas de Santurde-Villamezán
- 313 Serie conglomerática de Quintanilla de Pienza
- Escala 1:50.000

### CORTE I 4 - I' 4



- T1 Terrazas del río Trueba
- A3 Aluvial del río Trueba
- 321a Capas detríticas de Santurde-Villamezán
- C2 Coluviones de Peñalba
- 321d Calizas de Sovedas
- Escala 1:50.000

Fig 16.-Cortes geológicos de la Zona 4

do dentro de la Merindad de Cuesta—Urría es, por el contrario, de típico aspecto montañoso; está formado por los términos más altos de la serie miocena subhorizontal, entre los que se encuentran las calizas del Pontiense que dan lugar, como ocurre en todos los afloramientos de la Meseta, a la formación de mesas “colgadas” de amplitud muy diversa pero de extraordinaria homogeneidad morfológica, (Foto 47). Estas mesas están bordeadas por taludes y escarpes más o menos escalonados (de acuerdo con la alternancia constante de capas conglomeráticas duras y tramos arcillo—margosos blandos) que constituyen frentes activos de erosión de singular importancia. Resulta obvio, que es en este sector donde aparecen las cotas más elevadas de la Zona, bastante superiores a los 900 metros.

Como arterias principales de desagüe, la Zona cuenta con los ríos Nela y Trueba (este último afluente del primero) a los que llegan numerosos riachuelos, arroyos y “ciénagas”, entre los que destacan el Trema y Salón, como auténticos cursos de caudal permanente. Todos ellos presentan cauces de fondo plano con amplias terrazas. Los cursos son típicamente meandriformes.

Los taludes naturales son muy tendidos y bajos en el sector occidental, en contraste con los del oriental, en donde es frecuente observar taludes subverticales de varias decenas de metros de altura.

### 3.4.2. Tectónica

Desde el punto de vista estructural la Zona constituye un amplio braquisinclinal disimétrico, cuyo flanco occidental aparece formado por una serie calcárea cretácico—paleógena con buzamientos de 20—35° y rumbos cambiantes progresivamente desde N—170° al O de Villarcayo hasta E—O en Torme—Fresnedo, pasando por N—S a la altura de Salazar—Otedo. El núcleo de este curioso Sinclinal está ocupado por una potente serie miocena, de carácter cíclico, en la que los buzamientos se suavizan progresivamente de O a E, llegando a estar subhorizontales en el borde oriental de la zona. (calizas pontienses de Santa Gadea, Betarres y Bóveda de la Ribera).

Desde el punto de vista de las fracturas, únicamente son dignas de mención las originadas por el diapirismo de núcleo triásico de Salinas de Rosío que quedan ceñidas a la zona de contacto del mismo con la serie miocena circundante. El resto de la Zona aparece con una deformación muy débil, por lo que las fracturas carecen de importancia desde el punto de vista del comportamiento del substrato.

### 3.4.3. Columna estratigráfica

En la columna estratigráfica, que se dispone a continuación, viene reflejada la disposición cronológica de los distintos grupos de la Zona así como su potencia relativa.

Grupo litológico	Grupo geotécnico	Litología	Potencia en metros	Edad
A1	A	Gravas calcáreas de 5 a 20 cm, con fracción arenosa.	10	Cuaternario
A3	B	Limos y/o limos arcillosos con cantos poligénicos minoritarios	2—5	Cuaternario
A5	B	Arcillas limosas y/o limos arcillosos con cantos de caliza	3—6	Cuaternario
A6	B	Margas arcillosas y/o arcillas margosas con cantos poligénicos	3—5	Cuaternario
C2	C	Gravas poligénicas con matriz limo—arenosa	2—8	Cuaternario
C4	A	Arenas limosas y limos arenosos con cantos dispersos	2—10	Cuaternario
C7	E	Arcillas limosas con fracción arenosa minoritaria y cantos dispersos	2—10	Cuaternario
C9	F	Margas arcillosas y/o arcillas margosas con cantos poligénicos minoritarios	6—7	Cuaternario
D1	C	Limos arenosos con una proporción variable de gravas poligénicas	3—6	Cuaternario
T1	A	Limos arenosos con una proporción variable de gravas poligénicas	10	Cuaternario

350	A	Gravas poligénicas, arenas, limos y arcillas	10–16	Pliocuatnario
321d	I	Calizas nodulosas blancas, calizas margosas y episodios conglomeráticos	100	Mioceno
321c	M	Margas blancas con niveles de arena, arenisca y conglomerado	300	Mioceno
321b	M	Calizas margosas, blancas y margas blancas o amarillentas.	120	Mioceno
321a	L	Calcarenitas, areniscas y margas arenosas	150	Mioceno
313	L	Conglomerados poligénicos con matriz limo–arenosa y cemento calcáreo	200	Oligoceno

#### 3.4.4. Grupos litológicos

##### ALUVIAL DEL RÍO TRUEBA (A1)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas calcáreas o calcareníticas, redondeadas o subredondeadas, de 5 a 20 cm de diámetro, (Foto 49), con una fracción arenosa intersticial que no suele alcanzar un 20 por ciento del total del grupo. Yace y ocupa el lecho de inundación de los ríos principales de la Zona, estando mejor representado en el río Trueba, en donde la formación alcanza una extensión y volumen considerables. Puede alcanzar los 8–10 m de potencia.

**Comportamiento.**— Este grupo es francamente permeable por percolación intergranular, presentando un drenaje deficiente en general, dada su situación altimétrica respecto de los cauces actuales de inundación, (Foto 48). Es un material compatible. Puede ser aprovechado como árido rodado de calidad buena, dada su adecuada granulometría y su



Foto 48.— Aluvial del río Trueba en Santiurde. Grupo A1

estado natural lavado.



Foto 49.— Aluvial del río Trueba (Estación 104). Grupo A1. Gravas lavadas con cantos y bolos subsféricos, de caliza y arenisca, con arena en proporción variable aunque generalmente minoritaria.

#### ALUVIAL DEL ARROYO DE LAS FUENTES (A3)

**Litología y estructura.**— Estos suelos tienen como carácter primordial su constitución limo—arcillosa. Aparecen ocupando el fondo de valle de algunos arroyos y se han nutrido de los tramos margosos del Mioceno infrayacente, por lo que los limos y arcillas del aluvial incluyen cantos poligénicos muy redondeados, siempre en proporción minoritaria. La potencia se estima entre 2 y 8 m, siendo muy frecuentes los 3—4 m como potencia media. Presentan una morfología deprimida, no plana, con locales encajamientos de los cauces de inundación.

**Comportamiento.**— Se considera para este grupo una permeabilidad baja en general. Su posición en áreas deprimidas del cauce de arroyos condiciona un drenaje deficiente en todos sus afloramientos. Es previsible la aparición de asientos, inadmisibles en estos suelos dada su constitución y variable grado de humedad. Los taludes naturales y artificiales excavados en este grupo resultan inestables sobre los 30°, con deslizamientos y hundimientos frecuentes.

#### ALUVIAL DE LA CUEVA (A5)

Grupo descrito en la Zona 2, apartado 3.2.4., por hallarse en ella mejor representado.

#### ALUVIAL DEL RIO CADAGUA EN VILLASANA DE MENA (A6)

Grupo descrito en la Zona 3, apartado 3.3.4., donde aparece mejor representado.

#### COLUVIONES DE PEÑALBA (C2)

Grupo descrito en la Zona 2, apartado 3.2.4., por hallarse en ella mejor representado.

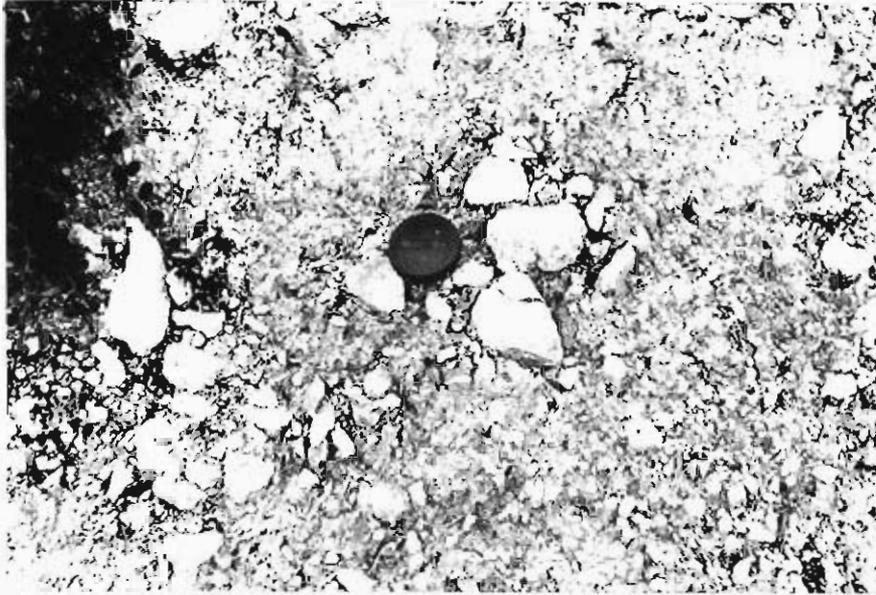


Foto 50.— Detalle de los coluviones depositados al pie de los escarpes calizos del Pontinse de Bóveda. Grupo C2.

#### COLUVIAL DE PARTEARROYO (C4)

**Litología y estructura.**— Grupo formado por arenas limosas y limos arenosos con cantos dispersos de calizas y areniscas del Terciario infrayacente, que no superan en general el 20 por ciento del total del grupo. No hay una verdadera estratificación, aunque localmente se aprecian fenómenos de segregación granulométrica. La potencia del grupo puede oscilar entre amplios límites (2–10 m) aunque es frecuente encontrar 4–5 m.

**Comportamiento.**— Se trata de un grupo de permeabilidad baja o media, a causa de la abundante fracción limosa que empasta el conjunto. El drenaje superficial es aceptable. Ocasionalmente podría constituir un suelo adecuado aprovechable para formar el núcleo de terraplenes de cierta importancia. Presenta taludes naturales estables bajos, de 15–20° y admite taludes artificiales excavados de hasta 50° aunque sufren una degradación relativamente rápida.

#### COLUVIAL DE VILLANUEVA LA LASTRA (C7)

**Litología y estructura.**— Grupo formado por arcillas limosas pardas y/o limos arcillosos, con una fracción arenosa variable pero en general minoritaria. Se encuentran algunos cantos angulosos de arenisca dispersos en la masa, sin que se hayan observado concentraciones francas de los mismos en ciertos niveles. La potencia de este suelo varía entre pocos metros y la decena de metros.

**Comportamiento.**— Estos suelos forman acúmulos de ladera por lo que, pese a su baja permeabilidad, el drenaje suele estar aceptablemente desarrollado. Pueden deslizarse bajo cargas que modifiquen sus condiciones naturales de equilibrio y, sobre todo, en épocas de mayor humedad, dado el carácter saturado de la formación, al menos parcialmente.

#### COLUVIAL DE BARRASA (C9)

Este grupo aparece descrito en la Zona 3, apartado 3.3.4., donde se halla más

ampliamente desarrollado.

### CONOS DE DEYECCION DE TORRES (D1)

**Litología y estructura.**— Los conos de deyección de este tipo están formados por un conjunto caótico de limos y arenas, a los que acompaña una importante proporción de gravas calcáreas subandulosas, que en ocasiones pueden llegar al 60 por ciento del total de la masa, considerada entonces como una zavorra de calidad buena o aceptable. Se apoyan sobre un substrato indiferente de poca inclinación. No presentan fenómenos importantes de segregación granulométrica dada la relativa poca pendiente de estos conos, no obstante, y de forma local, puede observarse una mayor frecuencia de cantos gruesos y algunos bolos al pie del "abanico" deyectivo. La potencia más frecuente oscila entre 2 y 6 m.

**Comportamiento.**— Se trata de un grupo con mezcla de finos por lo que su permeabilidad oscila entre baja y media, el drenaje superficial es normalmente bueno, dada su morfoestructura. Constituye un conjunto en parte aprovechable como zavorra. Puede producir problemas de asiento, pero en general de carácter local. Los taludes excavados en estos conos sufren una rápida degradación en cuanto superan los 4–5 m de altura.

### TERRAZAS DEL RIO TRUEBA (T1)

**Litología y estructura.**— Grupo formado por una mezcla homogénea de limo y arena a la que acompaña una fracción de gravas poligénicas y heterométricas, de naturaleza calcárea o calcarenítica, en proporción muy variable, llegando a ser en ocasiones mayoritaria. Se caracteriza este grupo por presentar importantes cambios de composición tanto lateral como verticalmente. Es manifiesta, con frecuencia, su estructura en lentejones y capas interdigitadas, de pequeño espesor en general. La potencia total del grupo puede estimarse en unos 10 m.



Foto 51.— Aspecto de los materiales que se han extraído en una pequeña excavación realizada en los materiales del grupo T1.

**Comportamiento.**— Se trata de una formación con importante porosidad intergranular por lo que puede catalogarse de permeable por percolación, con un drenaje superficial aceptable (puede haber en épocas de lluvia zonas locales deprimidas, con drenaje defi-

ciente). El drenaje profundo está a menudo, poco desarrollado. En la mayor parte de los casos constituye un material de relleno, con caracteres de suelo adecuado. No admite taludes excavados mayores de 25–30° por sufrir éstos una rápida degradación.

#### SERIE CONGLOMERATICA DE QUINTANILLA DE PIENZA (313)

**Litología.**— Formación terciaria (Oligoceno) constituída por capas conglomeráticas gruesas, de potencia variable entre 2 y 10 m, en las que el carácter más sobresaliente es la fuerte cementación de sus cantos; éstos son de naturaleza calcárea, calcarenítica o areniscosa, con una acusada heterometría, alcanzando algunos bolos hasta 30 cm de diámetro. El cemento es gris (blanquecino a veces), formado por carbonato cálcico, que traba fuertemente a los cantos.

**Estructura.**— La serie aparece con buzamientos comprendidos entre 30 y 75–80° y rumbos entre N–160° y E–O, variando progresivamente para describir y formar el cierre del Sinclinal descrito en 3.4.2.

La fracturación es importante en esta serie que, desde el punto de vista tectónico, sirve de nexo a las formaciones mesozoicas plegadas y fracturadas con el Mioceno postectónico del Valle de Villarcayo–Medina. La potencia estimada de este grupo es de unos 200 m, (Foto 52).



Foto 52.— Conglomerados y calizas conglomeráticas del Oligoceno de Quintanilla de Pienza. Grupo 313.

**Comportamiento.**— Se trata de un conjunto de comportamiento rígido, de permeabilidad media por fisuración. El drenaje superficial y profundo aparece aceptablemente desarrollado, dada la morfología y estructura del grupo. No es ripable en ninguna de sus capas debido a la fuerte cementación carbonatada. Los taludes excavados en este grupo son estables próximos a la verticalidad, aunque son previsibles locales fenómenos de desprendimiento de bloques.

#### CAPAS DETRITICAS DE VILLAMOR (321a)

**Litología.**— Este grupo está compuesto por una alternancia irregular de calcarenitas y areniscas blancas o amarillentas de grano silíceo y cemento calcáreo, con abundantes

restos de fauna "heredados" (procedentes de formaciones más antiguas), y capas o lechos de margas arenosas de tonos verdes o blancos, (Foto 53).



Foto 53.— Alternancia regular de margas y calcarenitas en el Mioceno, al norte de Villarcayo. Grupo 321a.

**Estructura.**— Se dispone, esta formación, en una típica alternancia de capas blandas y duras que producen un relieve en forma escalonadas (cuando los estratos están subhorizontales) y cuestras estructurales con taludes escarpados (cuando buzan sobre  $15-20^\circ$ ), (Foto 54). Este grupo ocupa parte del flanco norte y zona axial del Sinclinal de Villarcayo. La potencia estimada es de unos 150 m.



Foto 54.— Efecto de visera de las capas nodulosas calcáreas, sobre las margosas, a las que protegen de la erosión, produciéndose cuestras estructurales. Mioceno de Barriosuso—Céspedes. Grupo 321a.

**Comportamiento.**— Son materiales permeables e impermeables alternantes, creando un conjunto de pequeños acuíferos "colgados" que se drenan naturalmente al contacto con las capas margosas, por lo que es frecuente hallar puntos de humedad a lo largo y ancho del afloramiento. El drenaje profundo puede presentar locales problemas poco importantes. Son materiales ripables en general (localmente de transición, que precisarían una labor previa de rotura para su ripado). El grupo admite taludes artificiales estables de hasta 70° aunque son bastante degradables por el descalce y desprendimiento de las cornisas de arenisca.

#### SERIE CALCAREA DE CESPEDES (231b)

**Litología.**— Alternancia regular de calizas margosas y margas, en capas de potencia muy variable, oscilando entre pocos decímetros y varios metros. Las calizas son blancas, nodulosas, (Foto 55), tiznantes, dado su parte de carácter margoso; las margas por su parte son blancas o amarillentas y se distribuyen en capas gruesas y bancos.



Foto 55.— Calizas nodulares brechíferas margosas, blancas, del grupo 321b

**Estructura.**— La alternancia de estos materiales produce como en el grupo anteriormente descrito, una morfología típicamente escalonada, en forma más o menos de meseta, con numerosos y pequeños islotes prominentes tallados por vaguadas zigzagueantes, de fondo plano o cóncavo abierto. Los buzamientos no sobrepasan los 15° en la mayor parte de su afloramiento. Su potencia puede estimarse en unos 120 m.

**Comportamiento.**— Constituye un conjunto de permeabilidad baja, ya que si bien las calizas presentan poros y fisuras frecuentes, la fracción arcillosa en ellas es notable, disminuyendo la intercomunicación de tales poros. El drenaje de las capas calcáreas se realiza naturalmente al contacto con las capas margosas, provocando la aparición de frecuentes puntos de humedad en la zona. El drenaje profundo de la serie puede presentar problemas locales. La ripabilidad de las capas calcáreas es problemática en ocasiones, precisando una manipulación previa de quebrantación. Los taludes naturales del grupo son de tipo escalonado, pudiendo ser excavados como estables hasta 50°, aunque con intensa degradación por descalce de los tramos margosos y caída de los bloques calizos. La estratificación es subhorizontal, no superándose buzamientos de unos 15°. Este grupo se adapta concordantemente al Sinclinal de Villarcayo descrito en 3.4.2.

## CAPAS DETRITICAS DE SANTURDE-VILLAMEZAN (321c)

**Litología.**— Como el grupo 321 a, descrito anteriormente, se trata de una alternancia irregular de margas blancas grumosas, y conglomerados pardo—marrones, (Foto 56). Las primeras se distribuyen en capas de hasta 2 m, mientras los segundos aparecen en lechos, capas y bancos de muy desigual potencia, siendo frecuentes los cantos de caliza del Nummulítico infrayacente, aflorante en las alineaciones montañosas del oeste y norte del braquisinclinal de Villarcayo. La granulometría de esta fracción varía entre los límites de la arena gruesa, la grava y los bolos, elementos todos ellos que quedan trabados por una matriz y/o cemento de naturaleza carbonatada. Hacia el techo las capas conglomeráticas son más frecuentes y de mayor potencia, englobando episodios aislados de matriz netamente carbonática.



Foto 56.— Detalle de la superficie alabeada del muro de los conglomerados del grupo 321c

**Estructura.**— La morfología resultante sobre los afloramientos del grupo es bastante irregular, con taludes escalonados tanto más espectaculares cuanto más al Este nos encontramos, en donde las capas granulares son muy gruesas, dando taludes verticales de varios metros, poco estables en general. La potencia del grupo se estima en unos 300 m.

**Comportamiento.**— Dada la estructura y composición del grupo, la permeabilidad y drenaje del mismo aparecen totalmente controlados por la secuencia alternante de sus capas. En conjunto, puede decirse que su permeabilidad es baja, con un drenaje superficial aceptable, aunque con eventuales encharcamientos en zonas deprimidas. Son probables los problemas de taludes por erosión diferencial. La ripabilidad del conjunto es buena, aunque puede presentar problemas locales del ripado de algunas capas conglomeráticas, (Foto 57).

## CALIZAS DE BOVEDA (321d)

**Litología.**— Grupo formado casi exclusivamente por calizas nodulares, margosas, blancas, crema o grises, de aspecto brechoide y muy oquerosas en general, que intercalan ocasionales episodios conglomeráticos formados por una trama cerrada de cantos calizos y cemento igualmente carbonático. La potencia de las capas calizas varía entre amplios límites, siendo frecuentes los bancos de varios metros.



Foto 57.— Capas alternantes de conglomerados y margas arenosas de Villamezán-Santurde. Estación 103. Grupo 321c.



Foto 58.— Taludes verticales y coluviones granulares en el Pontense de Bóveda

**Estructura.**— Se disponen, estos niveles, subhorizontales y concordantes sobre el grupo 321c y dan forma a toda una serie de relieves en forma de mesetas y de mesas "colgadas", talladas por escarpes subverticales que constituyen frentes de erosión de extraordinaria actividad, y de difícil paso. La potencia de este grupo se estima en un centenar de metros.

**Comportamiento.**— Se trata de una formación permeable por fisuración, en la que el drenaje superficial y el profundo se hallan bien desarrollados. La ripabilidad del grupo es nula, siendo preciso el uso de explosivos para su ripado. Admite la excavación de taludes artificiales estables verticales, aunque es preciso prever la eventual caída de bloques, (Foto 58).

#### SERIE DETRITICA DE LOS LLANOS DE MIÑON (350)

**Litología.**— Este grupo aparece formado por materiales muy diversos aunque todos ellos de origen detrítico, distribuidos en capas en forma de lentejones más o menos interdigitados, que se apoyan mediante contacto discordantes sobre los grupos 321 a y b descritos anteriormente, (Fotos 59 y 60). Se trata de un conjunto heterogéneo de lechos de gravas redondeadas, capas de arenas y horizontes de limos y arcillas sin una distribución secuencial determinada. Son muy frecuentes los cambios laterales de facies, que hablan de un medio de deposición fluvio—deltáico o de glacis con una etapa previa de erosión y arrasamiento.

**Estructura.**— Las capas son horizontales, produciendo su afloramiento una rasa amplia en la zona central de la presente Zona. La potencia del grupo se estima en unos 10—15 m.

**Comportamiento.**— En conjunto el grupo puede considerarse como semipermeable por percolación intergranular. Aunque el drenaje superficial puede considerarse aceptable, el profundo está mal desarrollado dada la posición geográfica y topográfica de su afloramiento (ocupa una franja deprimida). Es ripable en todos sus tramos, algunos de los cuales podrían ser utilizados como zahorras de buena calidad. Admite taludes artificiales estables de hasta 40° con degradación escasa.



Foto 59.— Detalle del conglomerado plioceno? flotante sobre un substrato alternante margoso, mioceno, al oeste de Medina de Pomar. Grupo 350

#### 3.4.5. Grupos geotécnicos

Dentro de la presente Zona los grupos litológicos anteriormente descritos se pueden agrupar, por afinidades de comportamiento, en los siguientes grupos geotécnicos:

- A: Formaciones asimilables a suelos no cohesivos, formado por los grupos litológicos: A1, C4, T1 y 350.
- B: Formaciones asimilables a suelos cohesivos blandos en general, se integran aquí los grupos litológicos A3, A5 y A6.
- C: Zahorras naturales, integrado por los grupos litológicos C2 y D1.
- E: Coluviales inestables, constituido únicamente por el grupo C7.



Foto 60.— Conglomerado discordante sobre las capas alternantes detrítico—margasas miocenas de Medina de Pomar. Posible Plioceno. Grupo 350.

- F: Recubrimientos sobre facies Keuper, formado por el grupo litológico C9.
- I: Materiales calcáreos carstificados y/o tectonizados, constituido únicamente por el grupo 321d.
- L: Alternancia de materiales detríticos erosionables y materiales resistentes, incluye los grupos litológicos 313 y 321a.
- M: Alternancia de materiales plásticos erosionables y materiales resistentes sin fracturación marcada, constituido por los grupos 321b y 321c.

#### 3.4.6. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona

Dentro de los materiales cuaternarios incluidos en la Zona, la mayor extensión superficial la ocupa el grupo geotécnico A, y el mayor problema de comportamiento que puede presentar es el de los asentos, derivado del carácter generalmente flojo de los grupos litológicos que lo constituyen. El resto de los grupos geotécnicos del cuaternario tiene muy escasa representación y se pueden evitar con relativa facilidad en el trazado de cualquier obra vial.

Las calizas del grupo 321d el mayor problema que pueden presentar (a parte de su difícil ripabilidad) es la posibilidad de que se produzcan desprendimientos en los desmontes, debido a la intensa fracturación que presenta la roca.

Los grupos 313 y 321a, constituidos por una alternancia de materiales detríticos erosionables y materiales resistentes, el mayor problema que presenta es el de que se produzcan desprendimientos de los niveles resistentes al socavarse, por erosión diferencial, los niveles más blandos infrayacentes.

Por último, en los grupos 321b y 321c, el problema citado en el párrafo anterior se agrava con la posibilidad de que se produzcan pequeños deslizamientos, a favor de los planos de estratificación, en los desmontes que se tallen de manera que la pendiente estructural coincida con la pendiente topográfica.



## 4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

### 4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

Cabe señalar que para las comunicaciones en dirección SO—NE, que son las que cabe buscar en el Tramo, la topografía es un factor condicionante de primer orden, sobre todo en la mitad norte del Tramo, pues las dificultades topográficas se presentan en este área según dirección E—O.

En la mitad sur del Tramo, aun existiendo amplios corredores de trazado con topografía muy suave, se pueden presentar algunos problemas locales, debido a los escarpes existentes en calizas del Cretácico superior, en caso de que por alguna circunstancia hubiese que intentar salvarlas con un trazado de carreteras.

En la mitad norte del Tramo, las alineaciones de los Montes de Ordunte—Ganecogorta presentan las mayores dificultades topográficas, pues forman una barrera natural de dirección E—O en la que únicamente existe un paso natural por el valle del río Cadagua, que actualmente está aprovechado por la C.N. 6318. La búsqueda de otro acceso, en estos Montes, supondría el tener que enfrentarse con laderas de 500—600 m. de desnivel y que presentan pendientes naturales de más del 50 por ciento.

### 4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS

Ya que se ha realizado una división en Zonas del Tramo en estudio, atendiendo fundamentalmente a sus rasgos geomorfológicos, a continuación y respetando esa división se indican los principales problemas existentes en cada una de las Zonas.

Zona 1: En la presente Zona la monotonía geológica condiciona fuertemente el paisaje, pues los ríos se encajan en el relieve buscando el más rápido camino a sus niveles respectivos de base, pues no se encuentran con dificultades litológicas dominantes que condicionen sus cauces; este fenómeno hace que, en puntos determinados del Tramo, la pendiente topográfica coincida con la pendiente estructural, produciéndose frecuentes fenómenos de deslizamiento a favor de los planos de estratificación, (Fotos 61 y 62).

Zona 2: La presente Zona, dada su morfología de mesetas escalonadas producidas por erosión diferencial de los materiales del Cretácico superior, el mayor problema que puede presentar es el de tener que pasar de un nivel a otro, en este caso, nos encontraríamos con niveles margosos en las laderas con graves problemas de erosionabilidad y niveles calcáreos en la coronación de las laderas que pueden producir eventuales desprendimientos, (Foto 63).

Zona 3: La Zona 3 no presenta ningún problema geomorfológico que pueda condicionar fundamentalmente el trazado de las eventuales obras viales a realizar por ella.

Zona 4: Esta Zona, de topografía generalmente muy plana, presenta una serie de pequeñas alomaciones, en dirección aproximada N—S, producidas por erosión diferencial en los materiales postorogénicos del Terciario, estas alomaciones rara vez superan los 30 m de desnivel y el problema que presentan es el hecho de excavarlas en caso de tener que atravesarlas mediante una obra vial.

### 4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO

Desde el punto de vista geotécnico los materiales aflorantes en el Tramo se pueden

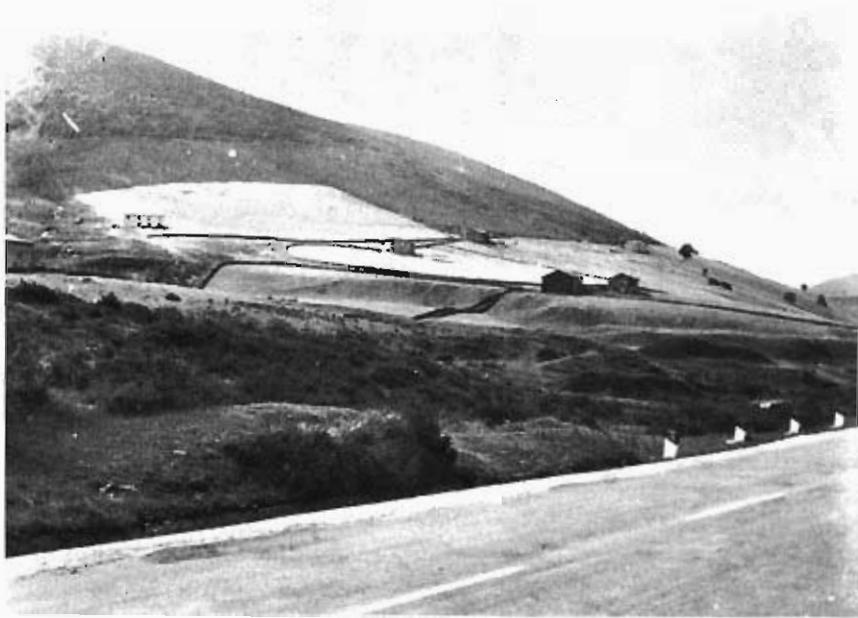


Foto 61.— Movimientos superficiales de las areniscas de Valmaseda en el Puerto de Los Tornos



Foto 62.— Movimientos de los suelos desarrollados sobre el grupo 231a



Foto 63.- Aspecto de las formaciones detríticas del Cretácico inferior en las proximidades de Navagos

agrupar en los siguientes grandes grupos, con los problemas tipo que se indican:

- A: Formaciones asimilables a suelos no cohesivos. Se incluyen en este apartado un grupo de formaciones de tipo granular, generalmente sin cementar y de escasa compacidad. Plantearán problemas de asiento, bien de modo general o localizado. Estos grupos litológicos son: A1, T1, W1, C4 y 350.
- B: Formaciones asimilables a suelos cohesivos, blandos en general. Se incluyen aquí los grupos litológicos: A2, A3, A4, A5, A6, A7, V1, V2, V3, V4, V5 y V6 que dan algunas áreas de drenaje deficiente y algunos problemas de inestabilidad superficial. Sin embargo, dado su poco espesor, no es un grupo que dé grandes problemas.
- C: Zahorras naturales. Se incluyen aquí los grupos litológicos: C1, C2, C5, D1 y D2, que aunque en realidad corresponden a suelos cohesivos compactos, se han individualizado porque su litología permite utilizarlos, en general, como buenos materiales para préstamos.
- D: Suelos cohesivos muy blandos. Está constituido únicamente por el grupo litológico W2, que se forma en balsas de lavado de mineral y que por su alto grado de humedad es especialmente peligroso en caso de tener que realizar en él cualquier tipo de obra; no obstante su escasa y muy localizada representación dentro del Tramo permite evitarlo con relativa facilidad.
- E: Coluviales inestables. Se han individualizado aquí los grupos litológicos: C3, C6 y C7 que aunque son suelos cohesivos, en general, presentan frecuentes problemas de inestabilidad, tanto en los taludes naturales como artificiales observados, debido a la alta plasticidad del grupo.
- F: Recubrimientos sobre facies Keuper. Se incluyen aquí los grupos litológicos C8 y C9 que se forman a expensas de los materiales de las facies Keuper, son suelos en general bastante plásticos y que presentan sulfatos diseminados. No se han observado movimientos superficiales porque se desarrollan en áreas de morfología bastante plana donde pueden presentar problemas de drenaje.
- G: Terrenos en facies Keuper. Se incluye aquí el grupo litológico 213, son materiales generalmente bastante plásticos y con yesos diseminados. Los movimientos superficiales son escasos porque sus afloramientos coinciden con áreas de topografía bastante plana, en las que se presentarán problemas de drenaje.
- H: Formaciones rocosas estables y resistentes. Engloban los grupos litológicos: 220, 230a, 230b, 231c, 232e, 232h y 311b. Es un grupo litológicamente muy heterogéneo, que abarca rocas ígneas, calizas, dolomías y areniscas, en general en buen estado. Plantean como único problema su difícil ripabilidad, por lo que será preciso el uso de explosivos para abrir desmontes en ellos. Debe preverse, sobre todo en los grupos calcáreos, la posibilidad de desprendimientos por la gran fracturación que presentan en algunas áreas. Suelen dar áreas de topografía abrupta que dificultan los trazados.
- I: Materiales calcáreos carstificados y/o tectonizados. Engloba los grupos litológicos: 221, 231b, 232c y 231d. En realidad es un grupo disgregado del anterior por la mayor peligrosidad que presentarán, en los desmontes, los desprendimientos de bloques. Así pues, la problemática es similar a la del grupo anterior aunque más acentuada.
- J: Formaciones de margas pizarrosas, plásticas en general. Se engloban aquí los grupos litológicos: 231d y 231f, que se desarrollan únicamente en la Zona 1. Es un grupo geotécnico muy inestable en el que se localizan deslizamientos y movimientos en flujo del terreno. En los trazados que discurran por las áreas ocupadas por estos materiales deben cuidarse sobremanera las condiciones de drenaje, tanto de la calzada como de los taludes, para evitar los efectos del agua.
- K: Alternancia de margas pizarrosas plásticas y materiales resistentes con fracturación marcada. Se engloban aquí los grupos litológicos: 231a, 231c, 231e, constituidos, en líneas generales, por alternancia de niveles arcillosos de cierta plasticidad con niveles calcáreos y areniscosos muy fracturados. En estos grupos se planteará el problema



general de desprendimientos de bloques de caliza o arenisca por mayor erosión de los niveles de pizarra que descalzan los niveles duros. Así mismo también son relativamente frecuentes los corrimientos de volúmenes relativamente grandes cuando la pendiente estructural coincide con la pendiente topográfica. Debe pues, hacerse un estudio detallado de buzamientos en las áreas donde vayan a efectuarse desmontes importantes, a efectos de evitar taludes que corten a los estratos cuando coincidan la pendiente topográfica y la estructural.

- M: Alternancia de materiales plásticos erosionables y materiales resistentes sin fracturación marcada. Está constituido por los grupos litológicos: 232a, 232b, 232d, 231b y 231c. Los problemas que se puedan presentar en este grupo son similares a los que se presentan en el grupo anteriormente descrito, aunque mucho menos acentuados, pues los niveles duros al estar poco fracturados presentan una mayor resistencia.
- L: Alternancia de materiales detríticos erosionables y materiales resistentes. Se incluyen aquí los grupos: 231g, 231h, 231j, 232f, 232g, 311a, 313 y 321a; están constituidos, en líneas generales por alternancia de niveles de arenisca más o menos compacta, arenas y algún nivel carbonatado. Son grupos con escasos problemas, debiendo prevverse el desprendimiento de bloques de los niveles duros por la mayor erosión de los niveles blandos que los descalzan. Plantearán también problemas de ripabilidad en algunos puntos, (Foto 64).



Foto 64.-- Aspecto grumoso de las margas miocenas de Barriosuso. Grupo 321a.

#### 4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

Teniendo en cuenta la valoración geotécnica de los grupos litológicos distinguidos en el Tramo, se recomienda o sugiere el trazado indicado en la figura 18.

Cabe señalar que para las comunicaciones SO-NE, que en principio son las que se pretende buscar, el Tramo se puede considerar dividido en dos áreas: las alineaciones montañosas de la Zona 1 y el resto del Tramo. La barrera natural de la Zona 1 únicamente presenta un paso natural en el sentido de las comunicaciones que se pretenden buscar, este paso es el valle del río Cadagua por donde discurre en la actualidad la C.C. 6318.

En el área meridional las posibilidades de trazado son mayores, todas ellas discurriendo por amplias planicies que no presentan problemas notables de ningún tipo, son los

corredores aprovechados actualmente por la C.C. 6318 (discurriendo prácticamente por el límite de la Zona 1 y de la Zona 2), y el aprovechado por la C.N. 629; otro trazado existente, casi todo él discurriendo por la Zona 4, es siguiendo el valle del río Trueba de sur a norte, hasta el cruce con la C.C. 6318.

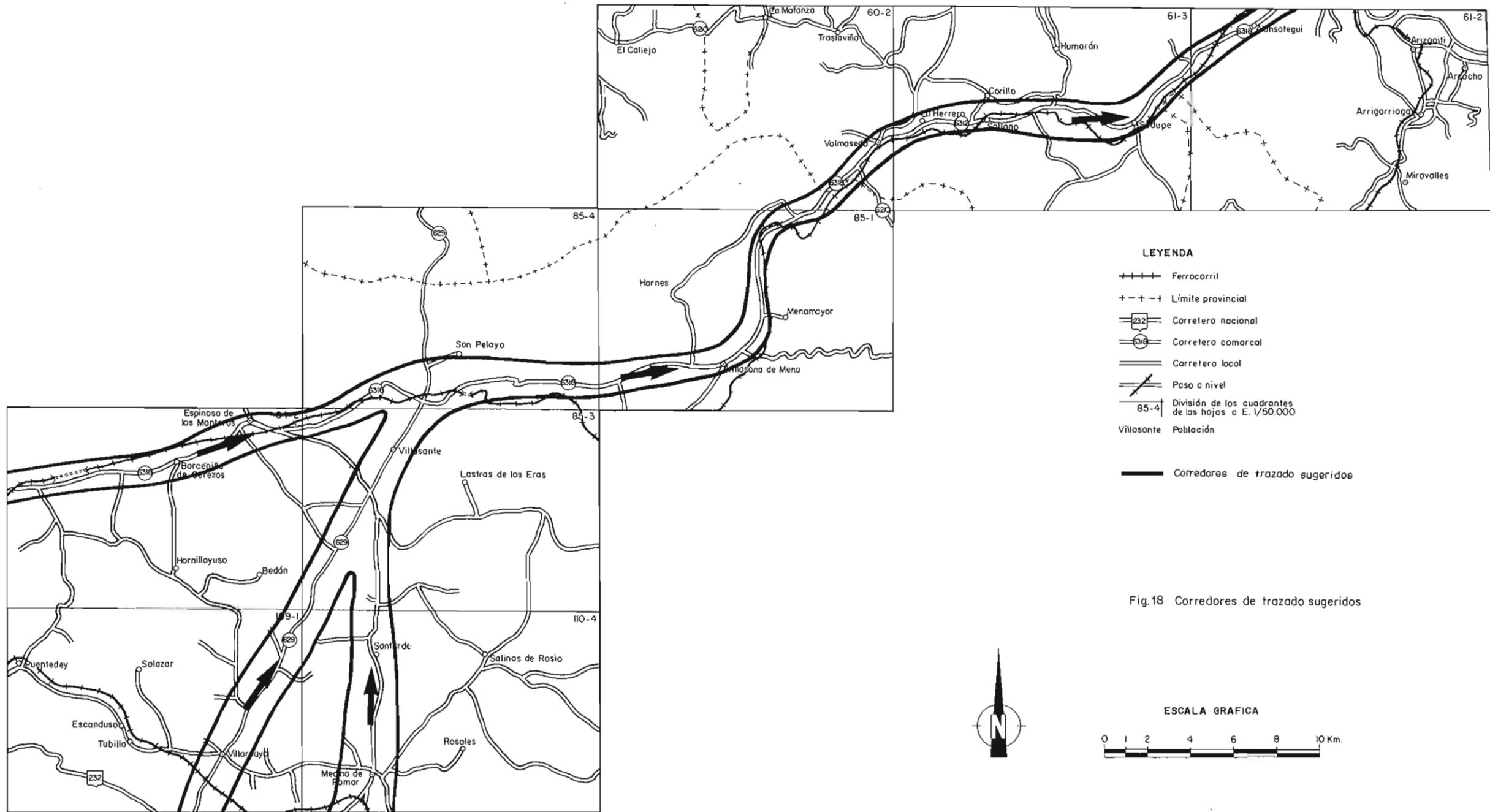


Fig.18 Corredores de trazado sugeridos

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

## **5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS**

### **5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO**

El presente trabajo no incluye un estudio de los yacimientos de materiales de la zona, porque dicho estudio desbordaría, por su metodología especial y su amplitud, el alcance de los Estudios Previos de Terrenos.

Sin embargo, se ha considerado conveniente presentar en forma ordenada, la información sobre yacimientos recogida con motivo de la realización del presente Estudio Previo. Estos datos, aunque no constituyen un estudio sistemático y exhaustivo pueden ser útiles para futuros trabajos.

La información que se expone y valora a continuación, se refiere exclusivamente a yacimientos de materiales utilizables en obras de carretera, (canteras, graveras y materiales para terraplenes). Se ha dedicado un apartado especial a aquellos yacimientos que, por su importancia o interés especial, pueden justificar un estudio posterior más detallado.

### **5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS**

Los yacimientos rocosos, considerados explotables en el Tramo, son calcáreos en su gran mayoría, pero tienen diferentes calidades. Las calizas o calizas dolomíticas del Cretácico superior son casi siempre duras y compactas aunque presentan casi siempre gran cantidad de estériles en el machaqueo, lo que no las hace muy adecuadas para utilizarlas en capas intermedias y de rodadura. No presentan, en general, grandes dificultades de acceso a los frentes ya que la mayoría de ellos están explotados o lo estuvieron recientemente. Las reservas inventariadas de este tipo de materiales se estiman de 1.000.000 de m<sup>3</sup>, aunque con ciertos riesgos pudieran obtenerse cantidades mayores.

Los yacimientos del Cretácico inferior son generalmente de calizas dolomíticas del grupo 231b, pero que presentan frecuentes impregnaciones ferruginosas y no son útiles, por lo general nada más que para capas de base o de subbase, y los yacimientos pertenecientes a otros grupos litológicos del Cretácico inferior tienen, por regla general, escasa representación. Las reservas inventariadas de este tipo de materiales se pueden estimar en 1.825.000 m<sup>3</sup>.

Los yacimientos pertenecientes al Jurásico son, prácticamente, los únicos existentes en el Tramo, que pueden dar materiales utilizables en capa de rodadura, siempre que se tenga cuidado de que no incluyan yesos del grupo 213. Se han inventariado unas reservas del orden de 500.000 m<sup>3</sup>.

Se han inventariado así mismo, dentro del Tramo, tres yacimientos de caliza del Terciario y que podrían ser un buen material de base o subbase, aunque las reservas que presentan apenas sobrepasan los 25.000 m<sup>3</sup>.

Por último las rocas ígneas existentes dentro del Tramo, aunque se han explotado en ocasiones, no constituyen un buen material canterable para áridos. El cuarzo no se puede utilizar por su elevado poder como abrasivo y tampoco las doleritas, porque al estar muy alteradas presentan un elevado índice de desgaste y pulimento.

### **5.3. YACIMIENTOS GRANULARES**

Los ríos que discurren por el Tramo atraviesan, en su mayoría, áreas de litología

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



Foto 65.— Frente abandonado de explotación en las carniolas y calizas dolomíticas de Villatomil. Grupo 221.

margo—calcárea o margo—areniscosa por lo que no son una buena fuente de yacimientos granulares. Sin embargo en la mitad sur del Tramo se pueden localizar algunos yacimientos en los aluviales del río Trueba y en los del río Nela. Individualmente sus reservas son pequeñas y únicamente merece citarse como tal yacimiento el AGW—1 con unas reservas de unos 20.000 m<sup>3</sup>.

Asimismo existe una cantera de arenas silíceas del Eoceno, que pueden ser utilizadas como áridos, aunque sus reservas no sobrepasan los 5.000 m<sup>3</sup>.

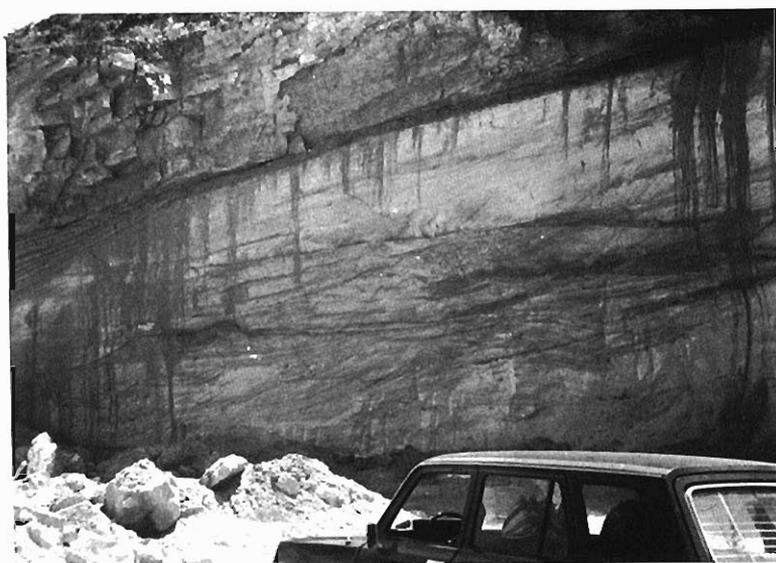


Foto 66.— Frente de explotación de las arenas del grupo 311a. No se utilizan actualmente como áridos

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

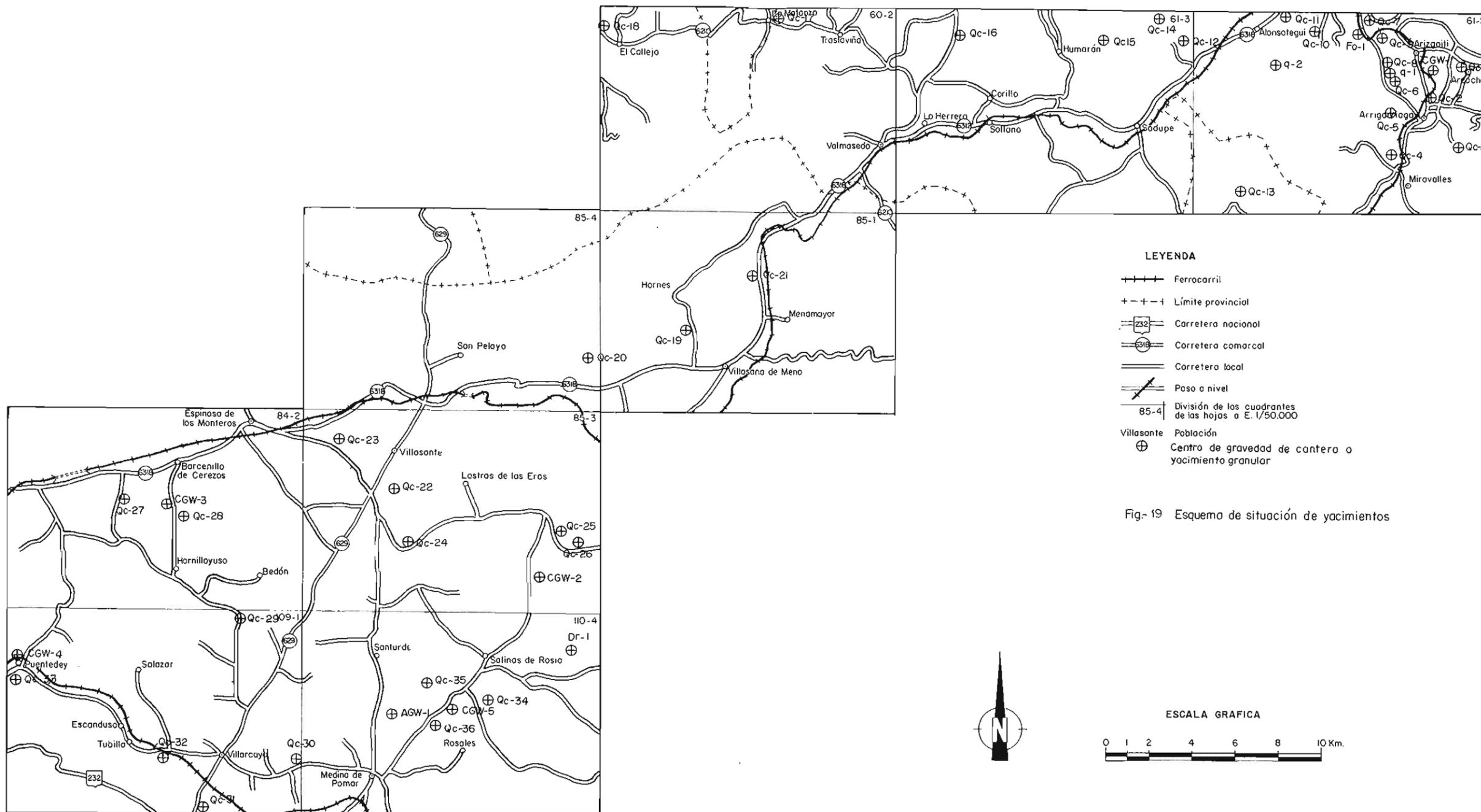


Fig.- 19 Esquema de situación de yacimientos

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

## **5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES**

Se han definido cinco posibles yacimientos para préstamos, con unas reservas globales de 85.000 m<sup>3</sup>, aunque se pueden considerar interesantes, a priori, los coluviales, eluviales y aluviales de gravas empastadas por arcillas o limos arcillosos que corresponden a los grupos litológicos C2, C5, D1, D2, A5 y V5.



Foto 67.- Frente de explotación de las arenas del grupo 311a, no se utilizan actualmente como áridos.

## **5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE**

Se recomienda estudiar con más detalle las canteras, masas canterables y graveras siguientes:

Qc-13	Calizas	CGW-2	Gravas calcáreas bien graduadas
Qc-15	Calizas		
Qc-21	Calizas		
Qc-22	Calizas		
Qc-26	Calizas		

## **5.6. CUADROS-RESUMEN DE YACIMIENTOS**

A continuación se exponen en forma de cuadros las características principales de los yacimientos estudiados.

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES

Símbolo del yacimiento en el esquema de situación	Situación : Hoja y cuadrante M.T.N. 1 : 50.000	Denominación grupo litológico en el mapa litológico estructural	Tipo de roca	Accesos
CGW-1	61-2	C3	Zahorra muy arcillosa.	P.K. 241, F.C. Castejón - Bilbao.
CGW-2	85-3	C2	Zahorra muy arcillosa.	P.K. 2, C <sup>a</sup> de Villalacre a La Cerca.
CGW-3	84-2	C2	Zahorra muy arcillosa.	P.K. 4,5 C <sup>a</sup> de Barcenilla de Cerezos a Villarcayo.
CGW-4	109-1	C5	Zahorra muy arcillosa.	P.K. 0,2, C <sup>a</sup> de Puente-dey a Cogullos.
CGW-5	110-4	C2	Zahorra muy arcillosa.	P.K. 20, C <sup>a</sup> de Gobantes a Medina de Pomar.
Dr - 1	110-4	231i	Arena calcárea con pocos finos.	P.K. 1,5. Pista desde Navagos hacia el Norte
AGW-1	110-4	A1	Gravas calcáreas con algo de arena.	P.K. 28, C <sup>a</sup> de Medina de Pomar a Villasante y 1,5 Km por pista.

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

Símbolo del yacimiento en el esquema de situación	Situación : Hoja y cuadrante M.T.N. 1 : 50.000	Denominación grupo litológico en el mapa litológico estructural	Tipo de roca	Accesos
Qc-1	61-2	231b	Caliza gris, de grano fino, compacta.	P.K. 8 Cª de Arrigorriaga a Bilbao por Zaratamo.
Qc-2	61-2	231a	Caliza margosa y marga calcárea.	P.K. 3 Pta. de Arrigorriaga por la margen derecha del Nervión.
Qc-3	61-2	231b	Caliza gris, de grano fino, compacta.	P.K. 5 pista desde Moyordín.
Qc-4	61-2	231a	Caliza margosa y marga calcárea.	P.K. 1 pista de Miravallés.
Qc-5	61-2	231b	Caliza gris, de grano fino, compacta.	P.K. 3 pista desde Arrigorriaga.
Qc-6	61-2	231a	Caliza margosa y marga calcárea.	P.K. 2 Cª de Arrigorriaga a Buya.
Qc-7	61-2	231c	Caliza gris oscuro, margosa.	Uribarri, junto a Bilbao.
Qc-8	61-2	231a	Caliza margosa y marga calcárea.	P.K. 4 Cª de Arrigorriaga a Buya.
Qc-9	61-2	231b	Caliza gris, de grano fino, compacta.	P.K. 245 F.C. Castejón - Bilbao.

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

Símbolo del yacimiento en el esquema de situación	Situación : Hoja y cuadrante M.T.N. 1 : 50.000	Denominación grupo litológico en el mapa litológico estructural	Tipo de roca	Accesos
Qc-10	61-2	231b	Caliza gris, de grano fino, compacta.	P.K. 2 Cª de Bilbao a San Justo.
Qc-11	61-3	231b	Caliza gris, de grano fino, compacta.	P.K. 7, C.N. 6318.
Qc-12	61-2	231b	Caliza gris, de grano fino, compacta.	P.K. 11, C.N. 6318.
Qc-13	61-2	231b	Caliza gris, de grano fino, compacta.	P.K. 2, Camino de Oquendo a Ugalde.
Qc-14	61-3	231b	Caliza gris, de grano fino, compacta.	P.K. 11, C.N. 6318 y 3 Km por pista.
Qc-15	61-3	231a	Caliza arenosa y margarenosa.	5 Km por pista desde Amavizcar.
Qc-16	61-3	231e	Caliza margosa.	P.K. 38 Cª de Ocharan a Mercadillo.
Qc-17	60-2	231f	Calizas muy arenosas y areniscas.	P.K. 39, C.N. 6210.
Qc-18	60-2	231f	Calizas muy arenosas y areniscas.	P.K. 52, C.N. 6210.
Qc-19	85-1	220	Calizas masivas dolomíticas.	P.K. 8, Cª de Villasana de Mena a Hornes.

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

Símbolo del yacimiento en el esquema de situación	Situación : Hoja y cuadrante M. T. N. 1 : 50.000	Denominación grupo litológico en el mapa litológico estructural	Tipo de roca	Accesos
Qc-20	85-4	232b	Calizas microcristalinas grises.	P.K. 9, C.N. 6318.
Qc-21	85-1	232b	Calizas microcristalinas grises.	P.K. 20, C.N. 6318.
Qc-22	85-3	232c	Calizas grises, algo arenosas.	P.K. 0, C.N. 6318.
Qc-23	85-3	232b	Calizas microcristalinas grises.	P.K. 2, C <sup>a</sup> de El Cruce-ro a Espinosa de los Monteros.
Qc-24	85-3	232c	Calizas grises algo arenosas.	P.K. 40, C <sup>a</sup> de El Ribero a Berberana.
Qc-25	85-3	232c	Calizas grises algo arenosas.	P.K. 30, C <sup>a</sup> de El Ribero a Berberana.
Qc-26	85-3	232c	Calizas grises algo arenosas.	P.K. 29,7 C <sup>a</sup> de El Ribero a Berberana.
Qc-27	84-2	232c	Calizas grises algo arenosas.	P.K. 13, C <sup>a</sup> de Villacomparada a Quintanilla del Rebollar.
Qc-28	84-2	232c	Calizas grises algo arenosas.	P.K. 5, C <sup>a</sup> de Barcenilla de Cerezos a Villarcayo.

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

Símbolo del yacimiento en el esquema de situación	Situación: Hoja y cuadrante M. T. N. 1: 50.000	Denominación grupo litológico en el mapa litológico estructural	Tipo de roca	Accesos
Qc-29	109-1	232h	Caliza arenosa, margosa en ocasiones.	P.K. 4,8 Cª de Villacomparada a Quintanilla del Rebolllar.
Qc-30	109-1	321b	Caliza microcristalina gris.	P.K. 3,5 Cª de Villarcayo a Medina de Pomar.
Qc-31	109-1	311b	Caliza margo-arenosa blanca.	P.K. 71 C.N. 629.
Qc-32	109-1	311b	Caliza margo-arenosa blanca.	P.K. 3, Cª de Villarcayo a Puentevedey.
Qc-33	109-1	232c	Caliza gris, algo arenosa.	P.K. 12 Cª de Villarcayo a Puentevedey.
Qc-34	110-4	221	Caliza dolomítica muy oquerosa.	P.K. 1, Cª de Bóveda.
Qc-35	110-4	221	Caliza dolomítica muy oquerosa.	P.K. 2, en pista hacia el N. desde Villatomil.
Qc-36	110-4	221	Caliza dolomítica muy oquerosa.	P.K. 22, Cª de Gobantes a Medina de Pomar.
q-1	61-2	230a	Filonos de cuarzo hidrotermal.	P.K. 3,5, Cª de Arriogorriaga a Buya.

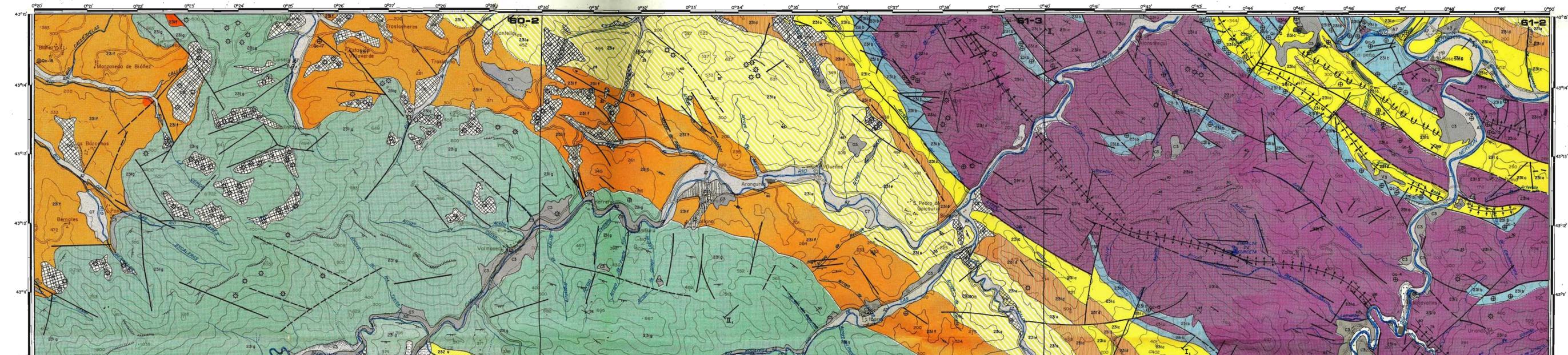
**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

Símbolo del yacimiento en el esquema de situación	Situación : Hoja y cuadrante M. T. N. 1 : 50.000	Denominación grupo litológico en el mapa litológico estructural	Tipo de roca	Accesos
q-2	61-2	230a	Filones de cuarzo hidrotermal.	P.K. 3, de Pista desde Alonsotegui al SE.
F <sub>0</sub> -1	61-2	230b	Doleritas de composición basáltica y traquibasáltica.	P.K. 247, F.C. de Cas-tejón a Bilbao.

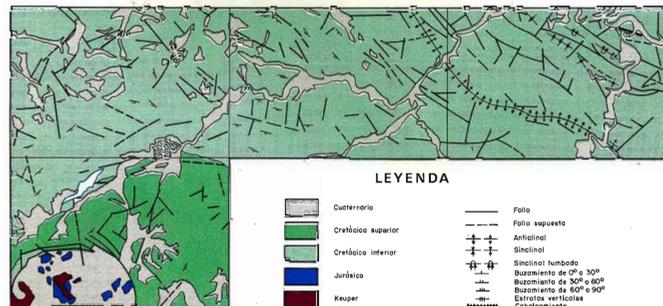
## 6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CIRY, R.— L'évolution paléogéographique de l'Espagne Septentrionale au Crétacé inf. I.G.M.E. Libro jubilar, t. II, pp. 17—51. Madrid.
- CUELLAR, V. y de JUSTO ALPAÑES, J.L.— Humedad de equilibrio en el terreno. Mapa de España del Índice de Thornthwaite. Bol. de inf. del Lab. del Transporte y Mecánica del suelo, núm. 99, pp. 3—24, Madrid 1972.
- DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES.— Estudio previo de terrenos. Enlace Burgos—Santander. Tramo Montorio— Pedrosa. Madrid 1973.
- DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES.— Datos climáticos para carreteras. Madrid 1964.
- I.G.M.E.— Hoja y memoria del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 núm. 84 (Espinosa de los Monteros).
- I.G.M.E.— Hoja y memoria del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 núm. 61 (Bilbao).
- I.G.M.E.— Mapa Geológico a escala 1:200.000. Síntesis de la Geología existente. Hoja núm. 11 (Reinosa).
- I.G.M.E.— Mapa Geológico a escala 1:200.000. Síntesis de la Geología existente. Hoja núm. 12 (Bilbao).
- Mapa agronómico Nacional. Evapotranspiraciones potenciales y balance de agua en España. Madrid 1965.
- Munera, J.M.— Study of seismicity on the Peninsula Iberica area. Madrid 1963.
- PRESIDENCIA DEL GOBIERNO.— Norma sismorresistente. Madrid 1968.
- RAMIREZ DEL POZO, J.— Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica). Memoria del I.G.M.E. t. 78. Madrid 1971.
- RAT, P.— Les pays crétacés basco—cantabrique. (Espagne). These Fac. Sc. Dijon 1959.
- RIOS, J.M.; ALMELA, A. y GARRIDO, J.— Contribución al conocimiento de la Geología Cantábrica. Bol. I.G.M.E. t. LVII, pp. 228, Madrid 1945.
- RIOS, J.M.— Nota acerca de la Geología Cantábrica en parte de las provincias de Santander y Vizcaya. Notas y Comunicaciones núm. 19. I.G.M.E. Madrid 1949.
- RIOS, J.M.; ALMELA, A. y MUÑOZ, C. (1955).— Explicación de la Hoja núm. 85 Villasana de Mena. Mapa Geol. de España 1:50.000. I.G.M.E.
- RIOS, J.M.; ALMELA, A. y MUÑOZ, C. (1953).— Explicación de la Hoja núm. 110 Medina de Pomar. Mapa Geol. Esp. 1:50.000.
- SANZ (1959).— Explic. de la Hoja núm. 84 Espinosa de los Monteros. Mapa Geol. Esp. 1:50.000.



ESQUEMA GEOLOGICO

ESCALA 1:200.000

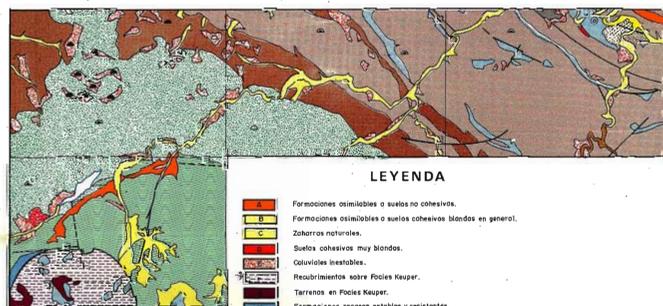


LEYENDA

- Geological legend including Quaternario, Cretácico superior, Cretácico inferior, Jurásico, and Keuper.

ESQUEMA GEOTECNICO

ESCALA 1:200.000

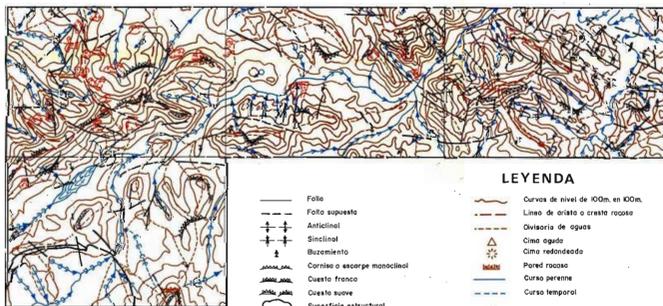


LEYENDA

- Geotechnical legend including various soil types like arcillas, limos, and arenas.

ESQUEMA MORFOLOGICO

ESCALA 1:200.000



LEYENDA

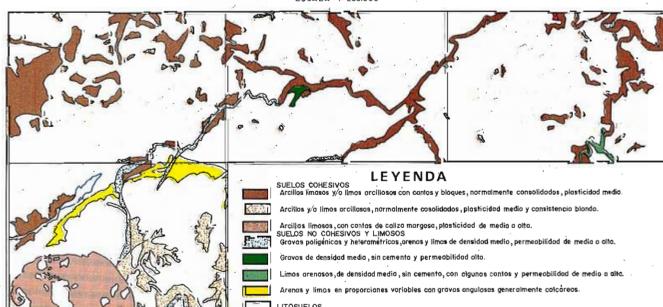
- Morphological legend including contour lines, drainage, and structural features.

SIMBOLOGIA

- Symbol legend for geological and geotechnical features.

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

ESCALA 1:200.000



LEYENDA

- Soil and thin formations legend including arcillas, limos, and arenas.

LEYENDA

DEPOSITOS RECIENTES Y SUELOS RESIDUALES

- Detailed legend for recent deposits and residual soils, including descriptions of various soil types and their characteristics.

ROCAS IGNEAS

- Legend for igneous rocks, including descriptions of different rock types and their properties.

FORMACIONES CON NOTABLE PROPORCION DE YESOS

- Legend for formations with a notable proportion of gypsum, including descriptions of gypsum-rich soils and rocks.

FORMACIONES DETRITICO-MARGOSAS

- Legend for detrital-marly formations, including descriptions of marly soils and rocks.

FORMACIONES CALIZO-DETRITICAS Y CALIZO-MARGOSAS

- Legend for calcareous detrital and marly formations, including descriptions of calcareous soils and rocks.

FORMACIONES CALIZAS Y DOLOMITICAS

- Legend for calcareous and dolomitic formations, including descriptions of calcareous and dolomitic soils and rocks.

FORMACIONES MARGOSAS, ARCILLOSAS Y ARCILLO-DETRITICAS

- Legend for marly, silty, and silty-detrital formations, including descriptions of marly, silty, and silty-detrital soils and rocks.

FORMACIONES DETRITICAS

- Legend for detrital formations, including descriptions of various detrital soils and rocks.

FORMACIONES DE YESOS

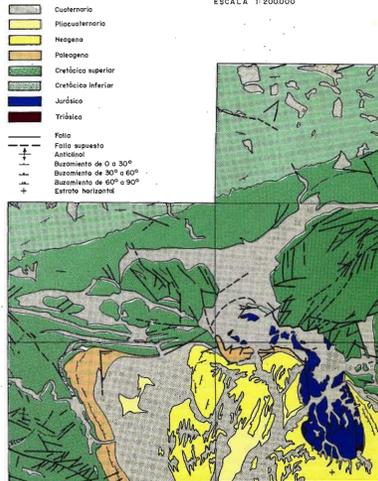
- Legend for gypsum formations, including descriptions of gypsum-rich soils and rocks.

FORMACIONES DE ARCILLAS Y LIMOS

- Legend for clay and silt formations, including descriptions of clay and silt soils and rocks.

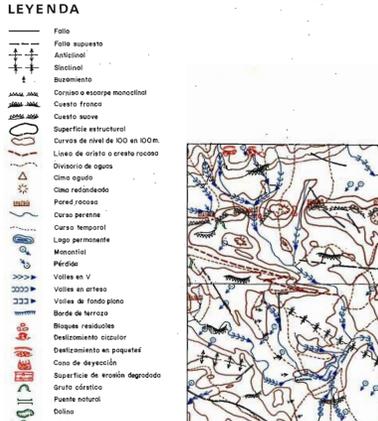
ESQUEMA GEOLOGICO

ESCALA 1:200000



ESQUEMA MORFOLOGICO

ESCALA 1:200000

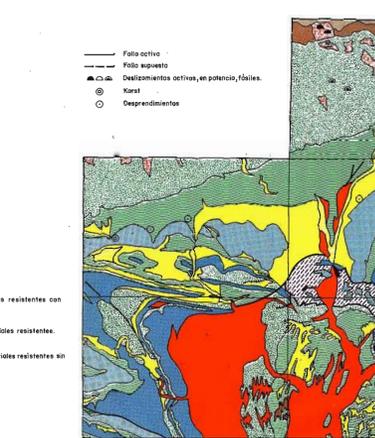


LEYENDA

- Geological legend listing various units such as Cuaternario, Pliocenozoico, Neogeno, Paleogeno, etc., with corresponding symbols and colors.

ESQUEMA GEOTECNICO

ESCALA 1:200000

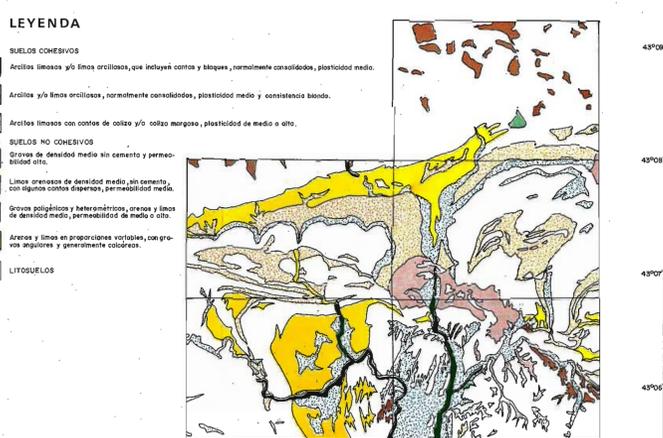


LEYENDA

- Geotechnical legend listing soil types and geological features like Faltas activas, Faltas pasivas, etc.

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

ESCALA 1:200000



LEYENDA

- Soil and thin formation legend listing soil types like SUELOS COHESIVOS, SUELOS NO COHESIVOS, etc.

ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA

- Table of abbreviations used in the legend, including terms like T.n.a., T.n.b., T.n.c., etc.

FORMACIONES CALIZAS Y DOLOMITICAS

Textual description of limestone and dolomite formations, detailing their characteristics and geological context.

FORMACIONES MARGOSAS, ARCILLOSAS Y ARCILLO-DETRITICAS

Textual description of marl, clay, and clay-detrital formations, detailing their characteristics and geological context.

FORMACIONES DE TRITICAS

Textual description of tritic formations, detailing their characteristics and geological context.

