



estudio previo de terrenos



Enlace Burgos - Santander

TRAMO :MATAPORQUERA - VILLACARRIEDO

**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 Y CAMINOS VECINALES
SUBDIRECCION GENERAL DE NORMAS TECNICAS Y PROSPECCIONES
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS

ENLACE BURGOS – SANTANDER

TRAMO: MATAPORQUERA – VILLACARRIEDO

CUADRANTES:

58-2 y 3	LOS CORRALES DE BUELNA
59-3	VILLACARRIEDO
83-1, 2, 3 y 4	REINOSA
84-4	ESPINOSA DE LOS MONTEROS
108-1, 2, 3 y 4	LAS ROZAS

ESTUDIO 73--8

FECHA DE EJECUCION: DICIEMBRE 1.973

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO	3
2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	3
2.2 ESTRATIGRAFIA	4
2.3 SISMICIDAD	6
2.4 BALANCE HIDRICO	8
3. ESTUDIO DE ZONAS	13
3.0 ZONAS DE ESTUDIO	13
3.1 ZONA 1: VALLE DEL RIO BESAYA	16
3.1.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	16
3.1.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	20
3.1.3 GRUPOS GEOTECNICOS	21
3.1.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	26
3.2 ZONA 2: ALTO DE GUETO–CAMPOO DE YUSO–VALLE DEL RIO PISUEÑA	27
3.2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	27
3.2.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	32
3.2.3 GRUPOS GEOTECNICOS	33
3.2.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	40
3.3 ZONA 3: SIERRAS DE CABUERNIGA Y DEL ESCUDO	41
3.3.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	41
3.3.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	46
3.3.3 GRUPOS GEOTECNICOS	47
3.3.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	52
3.4 ZONA 4: VALLE DEL RIO MIERA	54
3.4.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	54
3.4.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	59
3.4.3 GRUPOS GEOTECNICOS	60
3.4.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	63
3.5 ZONA 5: ALOMACIONES DE VALDEOLEA–ENMEDIO	64
3.5.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	64
3.5.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	68
3.5.3 GRUPOS GEOTECNICOS	70
3.5.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	76
3.6 ZONA 6: SIERRAS DE MONTESCLAROS CAMPORREDONDO	77
3.6.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	77
3.6.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	81
3.6.3 GRUPOS GEOTECNICOS	81
3.6.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	86
3.7 ZONA 7: VALLE DE VALDEBEZANA, ALFOZ DE BRICIA, LA MAGDAL.	87
3.7.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	87
3.7.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	91
3.7.3 GRUPOS GEOTECNICOS	92
3.7.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	98

	Pág.
4. CONCLUSIONES GEOTECNICAS	99
4.1 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS	99
4.2 CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS	103
5. ESTUDIO DE YACIMIENTOS	107
5.1 CANTERAS	109
5.2 GRAVERAS	109
5.3 PRETAMOS	109
5.4 YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON DETALLE	109
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	115

1. INTRODUCCION

El tramo Mataporquera—Villacarriedo perteneciente al Enlace Burgos—Santander comprende los siguientes cuadrantes de las hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000:

Hoja	Cuadrante
58	2 y 3
59	3
83	1, 2, 3 y 4
84	4
108	1, 2, 3 y 4

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 por sucesiva reducción, se ha obtenido el mapa litológico—estructural que se adjunta, a escala 1:50.000. A partir de él y 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, la columna litológica general, 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, 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 un 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 una determinación más completa en el laboratorio.

La simbología adoptada en la cartografía corresponde a la inserta en el Pliego de Prescripciones Técnicas para el Estudio Previo de Terrenos (Dir. Gral. de Carreteras, Marzo 1972), 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
SUBDIRECCION GENERAL DE NORMAS TECNICAS Y PROSPECCIONES
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

- D. Antonio Alcaide Pérez, Dr. Ingeniero de CC. CC. y PP.
- D. José Antonio Hinojosa Cabrera, Ingeniero de CC. CC. y PP.
- D. Jesús Martín Contreras, Licenciado en Ciencias Geológicas

GEOTEHIC

- D. José M^a. Rodríguez Ortíz, Ingeniero de CC. CC. y PP.
- D. Carlos Prieto Alcolea, Licenciado en Ciencias Geológicas
- D. Domingo-Vicente Pliego Dones, Licenciado en Ciencias Geológicas

2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA

Dentro del tramo podemos individualizar tres regiones naturales claramente diferenciadas, que iremos describiendo de Norte a Sur, según su situación dentro del mismo.

En primer lugar, nos encontramos con una región formada por la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica, concretamente en este tramo por las Sierras de Cabuérniga y del Escudo. Constituyen estas sierras una alineación montañosa de dirección E—O, cuyas alturas máximas alcanzan, dentro del tramo, en los extremos del mismo: 1045 m de Abedules (extremo occidental) y 1507 m en el Nevero del Polluelo (extremo oriental), con una serie de pasos o collados de menor altura en la zona central: Puerto del Escudo (1011 m), Collado de Cañeda (850 m), Puerto de la Magdalena (1100 m), etc.

La red hidrográfica se encaja en valles profundos, en cuyas laderas las pendientes frecuentemente llegan a 60—70°, pudiendo en ocasiones ser subverticales si la litología y la estructura son favorables. Los ríos principales corren generalmente en sentido S—N, en gran parte aprovechando para su curso las grandes fracturas regionales, por lo que son de trazado bastante rectilíneo. Estas corrientes dentro de la región se encuentran su mayoría en el curso alto y teniendo en cuenta este detalle son bastante caudalosos; los más importantes, de Este a Oeste son: Miera, Pisueña, Pas, Besaya y Lodar.

Al Sur de esta región nos encontramos con los valles de Valdebezana y del río Camesa, el primero de los cuales está ocupado, en casi toda su extensión actualmente por el Embalse del Ebro. Las laderas de estos valles tienen pendientes relativamente suaves, 35—40°, y en conjunto son bastante abiertos sin interfluvios acusados.

Las vaguadas afluentes presentan escaso desarrollo, tanto longitudinal como verticalmente, dada la proximidad de los fondos de los valles a las divisorias de aguas. El valle de Valdebezana constituye además un nivel de base para el sistema fluvial secundario, reforzando en la actualidad con la construcción del Embalse del Ebro.

En el valle del río Camesa, al haber mayor diversidad litológica, la diferencia de cotas entre los distintos cerros es más acentuada que en el anterior, en el que la mayoría de los materiales

corresponden a un mismo grupo geotécnico.

Al Sur del valle de Valdebezana aparece de nuevo con un macizo montañoso, sin alineaciones preferentes, y con una morfología análoga a la de la primera zona considerada y donde únicamente cabe destacar que los valles vuelven a discurrir en dirección N—S y presentan trazados bastante rectilíneos, siendo los más importantes los de los ríos Ebro y Panero.

Aunque los plegamientos principales que caracterizan al conjunto corresponden a la Fase Pirenaica (Postluteciense) de la Orogenia Alpídica, existen dentro del tramo testimonios de movimientos anteriores. A la fase Neoquimérica (finales del Jurásico) corresponden los movimientos responsables de la aparición de los materiales wealdicos en la Región; así mismo se han detectado discontinuidades estratigráficas dentro del Cretácico que hacen pensar en la existencia de otros movimientos de Fase Aústrica.

El paroxismo principal pirenaico, afecta a los materiales de edades comprendidas entre el Permo—Triásico y el Oligoceno que se disponen formando un vasto anticlinorio alrededor de las estribaciones del Macizo Asturiano (situado al Oeste del tramo).

La diversidad de los materiales puestos en juego hace que su comportamiento haya sido muy diferente dentro del marco de las estructuras regionales.

El Keuper, dado el contraste entre la extrema plasticidad de sus materiales y la rigidez del substrato permo—triásico, ha dado lugar a desplazamientos tangenciales y formación de pliegues de cobertera y en ocasiones el Wealdense juega un papel parecido dada la incompetencia de sus masas areno—arcillosas. Esto hace que la tectónica sea completamente independiente en el techo y en la base de la serie de arcillas plásticas: así el Permotriás se ha comportado como el conjunto rígido cuya respuesta a los empujes se efectúa generalmente mediante fracturas, en tanto que en los paquetes calizos superiores domina una tectónica de plegamiento normal. Particular mención merece la zona situada entre Reinosa y Mataporquera en la cual los accidentes tectónicos tienen su origen en las dislocaciones del zócalo, con relación a las cuales el revestimiento mesozoico ha tomado localmente una cierta independencia y se ha deslizado, produciéndose un despegue de las series mesozoicas a nivel del Keuper.

2.2 ESTRATIGRAFIA

La columna estratigráfica general del tramo consta de materiales mesozoicos y cuaternarios con varios asomos de rocas ígneas de constitución diversa.

Dada la falta de precisión en la datación de los materiales permotriásicos vamos a considerarlos incorporados a los materiales del Triás inferior.

Los materiales mesozoicos comprenden los sistemas Triásico, Liásico, Jurásico y Cretácico.

Los materiales triásicos aparecen en la mitad Oeste del tramo. Comprenden en su parte

inferior una potente serie detrítica, en parte permotriásica, constituída esencialmente por conglomerados cuarzosos, areniscas rojas más o menos micáceas y aleuritas, alcanzando estos materiales espesores de 800 a 1000 m.

El Muschelkalk queda reducido a pequeños afloramientos cerca de Reinosa y está formado por calizas negras y dolomías sobre las que se apoya el Keuper. Su espesor visible es de unos 30 m.

El Keuper se presenta en su facies habitual de margas y arcillas vivamente coloreadas. En las margas es frecuente la presencia de yesos. Son relativamente abundantes en este piso los asomos de ofitas.

La transición entre depósitos de cuencas restringidas del Keuper y los eminentemente marinos del Jurásico se hace a través de los materiales del Liásico. En él hemos diferenciado dos tramos: Infralías y Lías propiamente dicho.

El Infralías está constituído por dolomías oscuras microcristalinas con recristalizaciones, alternantes con carniolas.

El Lías (s.s.) está formado por calizas estratificadas en bancos gruesos, oscuras, algo bituminosas, fétidas, duras, compactas y con tramos dolomíticos.

El Jurásico marino está representado en la zona por diferentes pisos del Dogger. Se pueden diferenciar en él tres niveles. En primer lugar una alternancia de margas gris oscuro, de disyunción lenticular con calizas oscuras algo margosas, de grano muy fino en capas de 10 a 30 cm en ambos casos. A continuación un tramo de margas gris oscuro, en ocasiones hojosas, en bancos de 30 a 80 cm que incluyen capas de calizas margosas, oscuras. Por último unos niveles de calizas gris azuladas, algo margosas, microcristalinas, en bancos de 2—3 m alternantes con margas gris oscuro en bancos de 1,5 a 2 m. La potencia total de los niveles es de unos 400 m.

Sobre el Jurásico marino se disponen los materiales del Wealdico (facies Purbeckiense y Wealdense). El conjunto está constituído por bancos potentes, areniscas calcáreas o calizas arenosas y algunas intercalaciones de arcillas limolíticas, hojosas, de tonos grises, ocre o rojizos. En los alrededores de Reinosa aflora un nivel de 30—50 m de espesor de un conglomerado de cantos calizos versicolores que desaparecen hacia el Norte del tramo. Estos niveles son concordantes con el Jurásico Marino infrayacente. La potencia de la formación varía notablemente, decreciendo hacia el Suroeste al mismo tiempo que varía la composición litológica de los estratos en los que aumentan la granulometría de los materiales. El límite superior queda definido por la aparición en los bancos areniscos superiores de restos de Orbitolinas.

Esta formación detrítica queda recubierta por dos conjuntos litológicos completamente diferentes en el Norte y en el Sur del tramo.

Al Norte, sobre los materiales de la Facies Wealdense se depositan los del Complejo Urganiano (de edad Aptense—Albense inferior) y los del Complejo Supraurgoniano (de edad

Albense). El Complejo Urganiano está caracterizado por imbricaciones múltiples de calizas pararecificales y formaciones terrígenas arenosas, margo—arenosas y margosas, sucediéndose toda una gama, desde calizas puras a areniscas totalmente silíceas. El espesor de la formación se puede considerar de unos 1000 m.

Sobre estos materiales se superponen unas arenas y areniscas, amarillentas, de grano silíceo que presentan en ocasiones (nunca dentro del tramo) intercalaciones de margas sabulosas. Este conjunto pertenece al Complejo Supraurgoniano y tiene escaso desarrollo dentro del tramo, pero su extensión regional es considerable.

Por el Sur, sobre los materiales de la Facies Wealdense se depositan los de la serie Cretácica. Esta serie solamente aparece en la península de La Magdalena (Embalse del Ebro), y en el extremo Sureste del tramo. Los primeros materiales que encontramos son una alternancia de arenas y areniscas amarillentas, de grano silíceo, pertenecientes a la Facies Utrillas. Sobre ellas encontramos una alternancia irregular de calizas lumaquéllicas, areniscas amarillentas y margas sabulosas pertenecientes al Cenomanense. A continuación una alternancia de calizas detríticas con grano silíceo minoritario, y margas grises muy arenosas en capas tableadas con algunos tramos masivos que pertenecen al Turonense. Por último los niveles mesozoicos más altos que encontramos dentro del tramo son unas calizas de color gris claro, de grano fino a medio, en bancos de 80 a 150 cm que pertenecen al Coniaciense, cubiertas (sólo en la península de La Magdalena) por otras ligeramente arenosas.

Los materiales cuaternarios quedan reducidos a los suelos del tramo, más o menos consolidados y cuyas características dependen específicamente de las rocas circundantes, salvo en el caso de la llanura que rodea a Reinosa. Esta queda constituida fundamentalmente por las terrazas del río Hijas compuestas por gravas gruesas y medias de naturaleza silícea, en general redondeadas, trabadas por una matriz limo—arenosa.

2.3 SISMICIDAD

De acuerdo con la división en zonas de la Norma Sismorresistente PGS-1 (1968) el tramo estudiado corresponde a un área de sismicidad media—baja (Grados IV—VI) como puede verse en la figura adjunta.

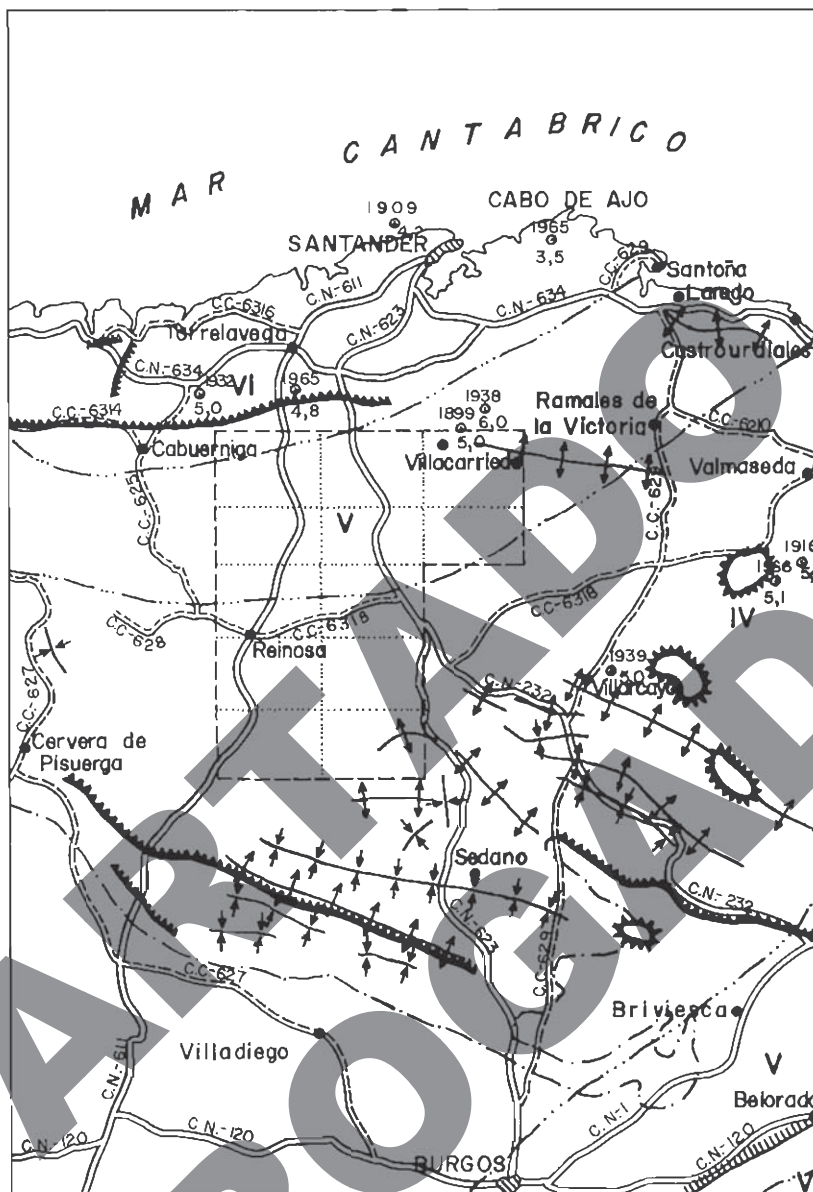
Para esta sismicidad puede contarse con valores característicos del suelo tipo del orden siguiente:

Velocidad	1,5 – 3,0	cm/seg
Aceleración	18,9 – 37,7	cm/seg
Desplazamiento	0,12 – 0,24	cm

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

$$c = 0,02 \text{ a } 0,04$$

ESQUEMA SISMO-ESTRUCTURAL DEL TRAMO



LEYENDA

- Anticlinal
- Sinclinal
- Falla
- Cabalgamiento o cablajadura
- Diapiro
- Isosista
- Grado de Sismicidad
- Límite norte de la Cuenca terciaria del Duero
- Límite de tramo
- Límite de cuadrante
- Epicentro sísmico (año-intensidad)

Fig. 1.— Esquema regional de sismicidad.

E 1:1.000.000

Teniendo en cuenta los diversos factores de riesgo (en 50 años) y el tipo de terrenos, se recomienda contar con una aceleración horizontal:

$$A_h = 0,02 \text{ g (cm/seg)}$$

no debiendo descender el coeficiente de seguridad de los taludes por debajo de 1,3.

La competencia de las formaciones rocosas y la naturaleza generalmente cohesiva de los depósitos superficiales hace que sea muy reducido el riesgo de daños sísmicos en las eventuales obras viales. Sin embargo no debe omitirse un cálculo concreto de estabilidad de los taludes de desmonte o terraplén de altura superior a 10 m como orden de magnitud, sobre todo en las formaciones wealdenses saturadas o con niveles freáticos delgados.

Independientemente deberá estudiarse la estabilidad sísmica de los taludes rocosos fracturados o con diaclasado o estratificación desfavorables. Análogamente deberá analizarse el comportamiento sísmico de las grandes obras de fábrica.

2.4 BALANCE HIDRICO

Hemos de considerar, dentro del tramo, tres regiones naturales claramente diferenciadas por su climatología, a saber: a) vertiente Norte de la Cordillera Cantábrica; b) vertiente Sur de la Cordillera Cantábrica; y c) Valle de los ríos Pisueña y Miera. Esta última zona, aún estando geográficamente al Norte de la Cordillera Cantábrica, se ha diferenciado por sus particulares características climáticas.

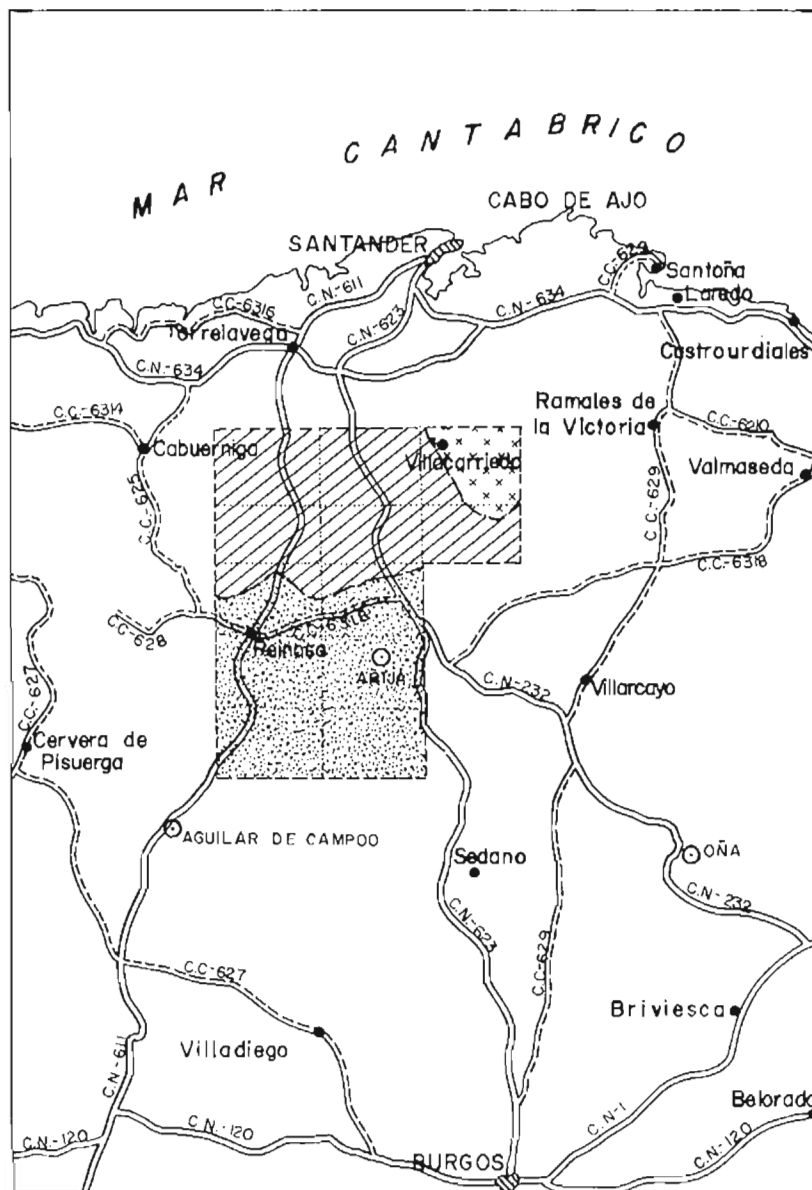
La vertiente Norte de la Cordillera Cantábrica se puede considerar incluida dentro de lo que clásicamente recibe el nombre de España Húmeda, con, aproximadamente 150 días de precipitación al año, y una pluviosidad media anual de 956 l/m², habiéndose alcanzado 138 l/m², en 24 horas, como máxima precipitación torrencial, durante el mes de Septiembre. Este régimen pluviométrico y la naturaleza del terreno hacen que los niveles freáticos estén, generalmente, muy próximos a la superficie.

El balance hídrico se puede considerar excedentario en toda la región, con predominio de la pluviometría sobre la evapotranspiración entre Septiembre y Mayo, en tanto que en los meses de verano se produce un cierto déficit, que no supera, sin embargo, los 70 mm.

La vertiente Sur de la Cordillera Cantábrica es menos húmeda que la que tenemos inmediatamente al Norte. En ella el promedio de días de lluvia al año es de 135, con una precipitación media anual de 881,8 l/m² y una precipitación máxima de 101 l/m² en 24 horas, durante el mes de Septiembre.

En la parte Norte de esta región natural, ocupada en la actualidad por el Embalse del Ebro, es de destacar que la presencia de éste influye notablemente en las condiciones de visibilidad del área pues, debido a la gran extensión que ocupa, la evaporación puede llegar a ser muy intensa y es

ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE REGIONES CLIMATICAS



LEYENDA

-----	Límite de tramo
.....	Límite de cuadrante
○	Observatorios considerados
-----	Límite de regiones climáticas
	Vertiente Norte de la Cordillera Cantábrica
	Vertiente Sur de la Cordillera Cantábrica
	Valles de los ríos Pisuena y Miera

Fig. 2.— Regiones climáticas.

Escala 1/1,000.000

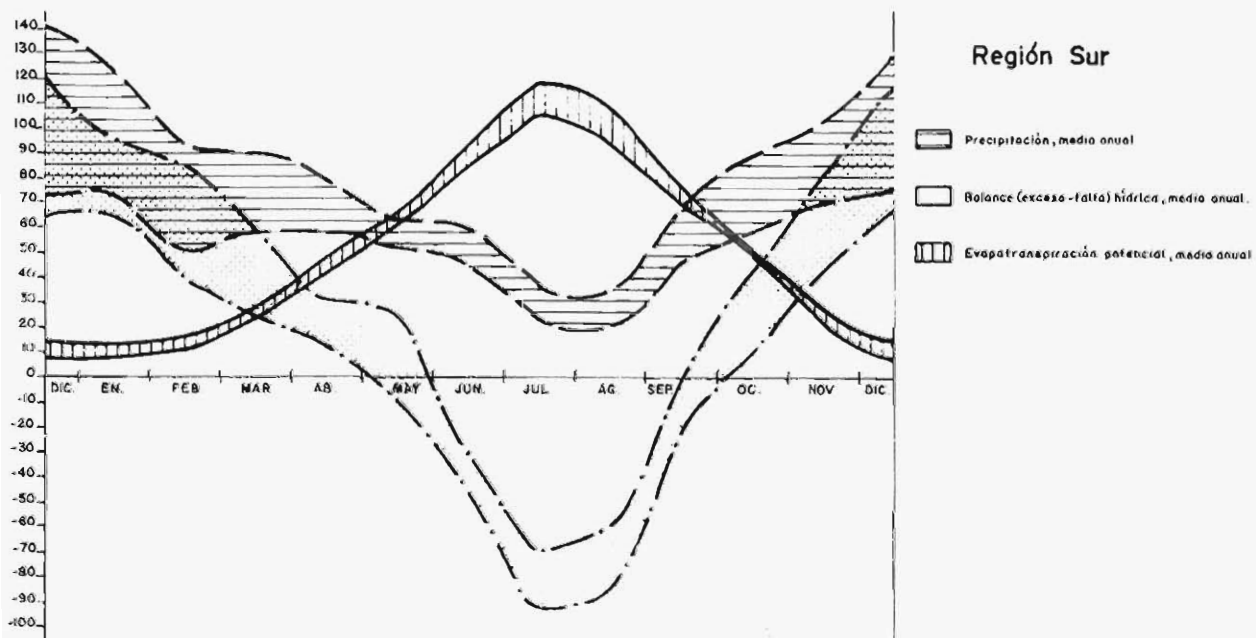
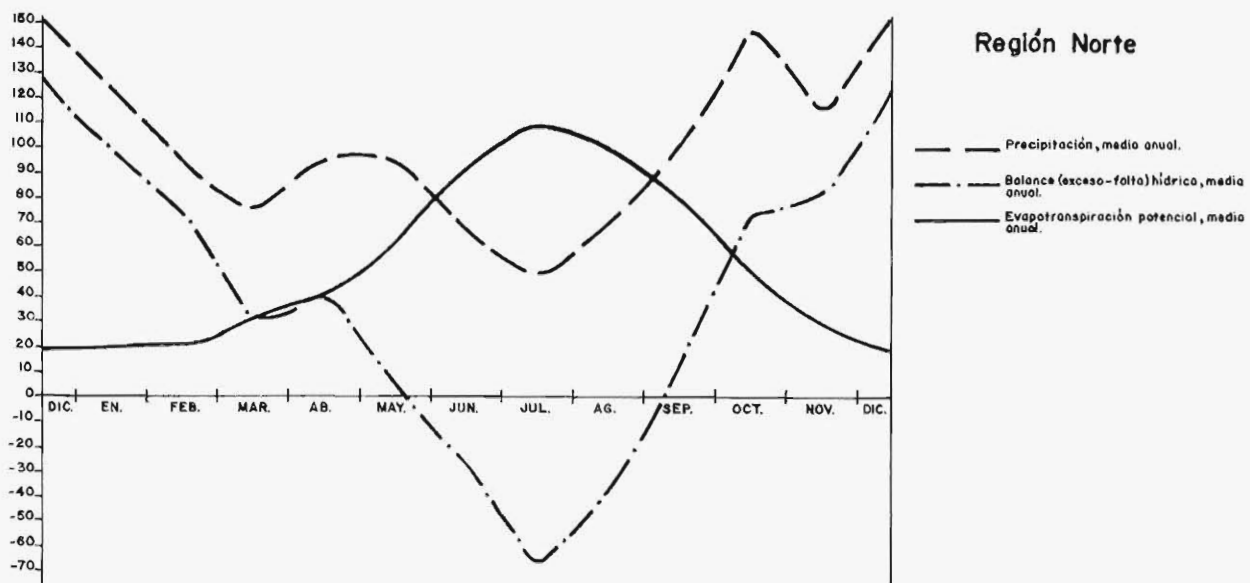
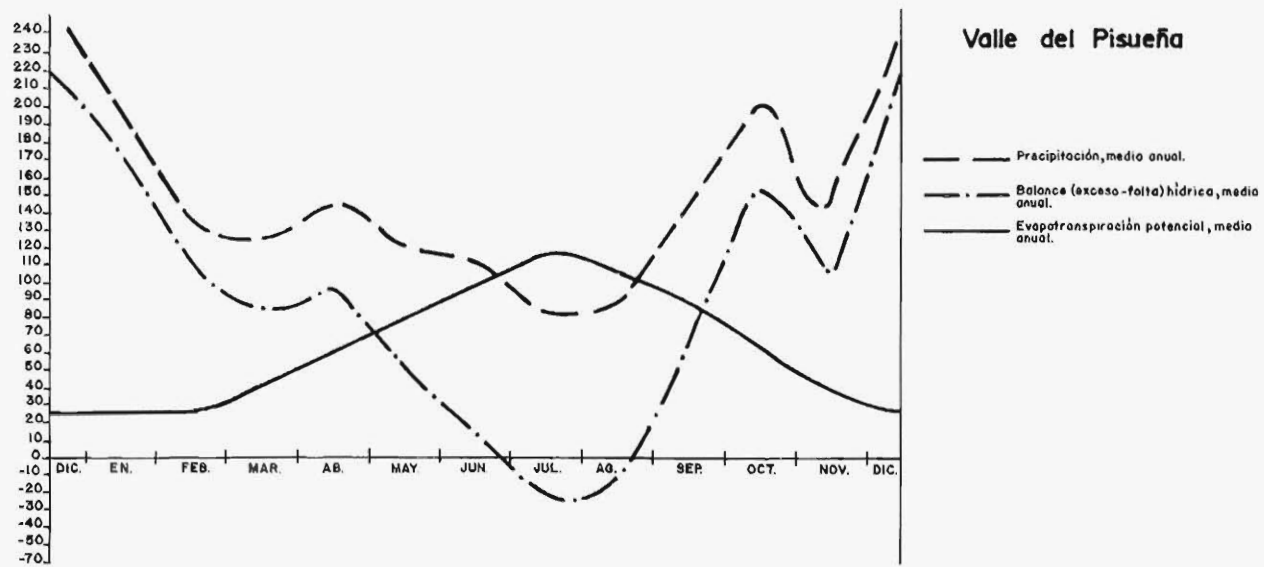


Fig. 3.— Balances hídricos de las distintas regiones climáticas.

frecuente que, sobre todo, en otoño e invierno se encuentre la región cubierta de espesas nieblas.

El balance hídrico se puede considerar excedentario en la región salvo en los meses de verano (de principios de Junio a mediados de Septiembre) en los que se produce déficit, pero que no alcanza los 100 mm. Se observa así mismo que este déficit es más acusado cuanto más al Sur nos encontramos.

Los valles de los ríos Pisueña y Miera forman parte geográficamente de la primera región estudiada, pero sus características climatológicas tan particulares, permiten diferenciarlo como una región aparte. En estos valles el promedio de días de lluvia al año es de 180, con una precipitación media anual de 1723,8 l/m², y una precipitación máxima de 120 l/m² en 24 horas, durante el mes de Septiembre.

El balance hídrico se puede considerar excedentario en toda la región salvo en los meses de Julio y Agosto en los que hay un ligero déficit, pero que no alcanza los 50 mm.

La tabla siguiente recoge los valores del índice de Thornhwaite, correspondientes a las diversas estaciones de la región (ver Bol. Inf. Lab. Transp. núm. 89).

	<u>I</u>
Arija	69,8
Aguilar	9,5
Reinosa	59,5
Torrelavega	59,1
Villacarriedo	146,8

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.0 ZONAS DE ESTUDIO

Para su más racional estudio, el presente tramo se ha considerado dividido en las zonas que a continuación se relacionan, diferenciadas principalmente por su litología y geomorfología, caracteres que pueden condicionar de forma específica las obras viales a realizar.

Estas zonas son las siguientes:

- 1) Valle del río Besaya
- 2) Alto del Gueto-Campóo de Yuso-Valle del río Pisueña
- 3) Sierras de Cabuérniga y del Escudo
- 4) Valle del río Miera
- 5) Alomaciones de Valdeolea-Enmedio
- 6) Sierras de Montes Claros-Campo Redondo
- 7) Valle de Valdebezana-Alfoz de Bricia-La Magdalena

Las zonas 1, 2, 3 y 6 corresponden a las zonas de relieve más abrupto, y dada su morfología quebrada y sus características litológicas presentarán problemas en el trazado de carreteras. Hemos de hacer notar que se incluye en este apartado la zona 1 a pesar de su nombre, ya que en realidad corresponde a un valle de paredes verticalizadas y cuyo único corredor de acceso es precisamente el cauce del río Besaya.

La zona 4 corresponde al extremo oriental del tramo, es un valle encajado en materiales predominantemente calcáreos y, aunque presenta una topografía difícil para el trazado de carreteras, cabe esperar por su litología que produzca problemas geotécnicos menores a los de las zonas anteriormente mencionadas.

La zona 5 comprende un conjunto de lomas suaves con valles de laderas tendidas y cuyo mayor problema de trazado aparece en el relativo encajamiento del valle principal entre Cervatos y Fombellida.

La zona 7 se ha diferenciado fundamentalmente por su litología, constituida por depósitos cretácicos. En ella se pueden individualizar dos partes claramente distintas por su morfología: las

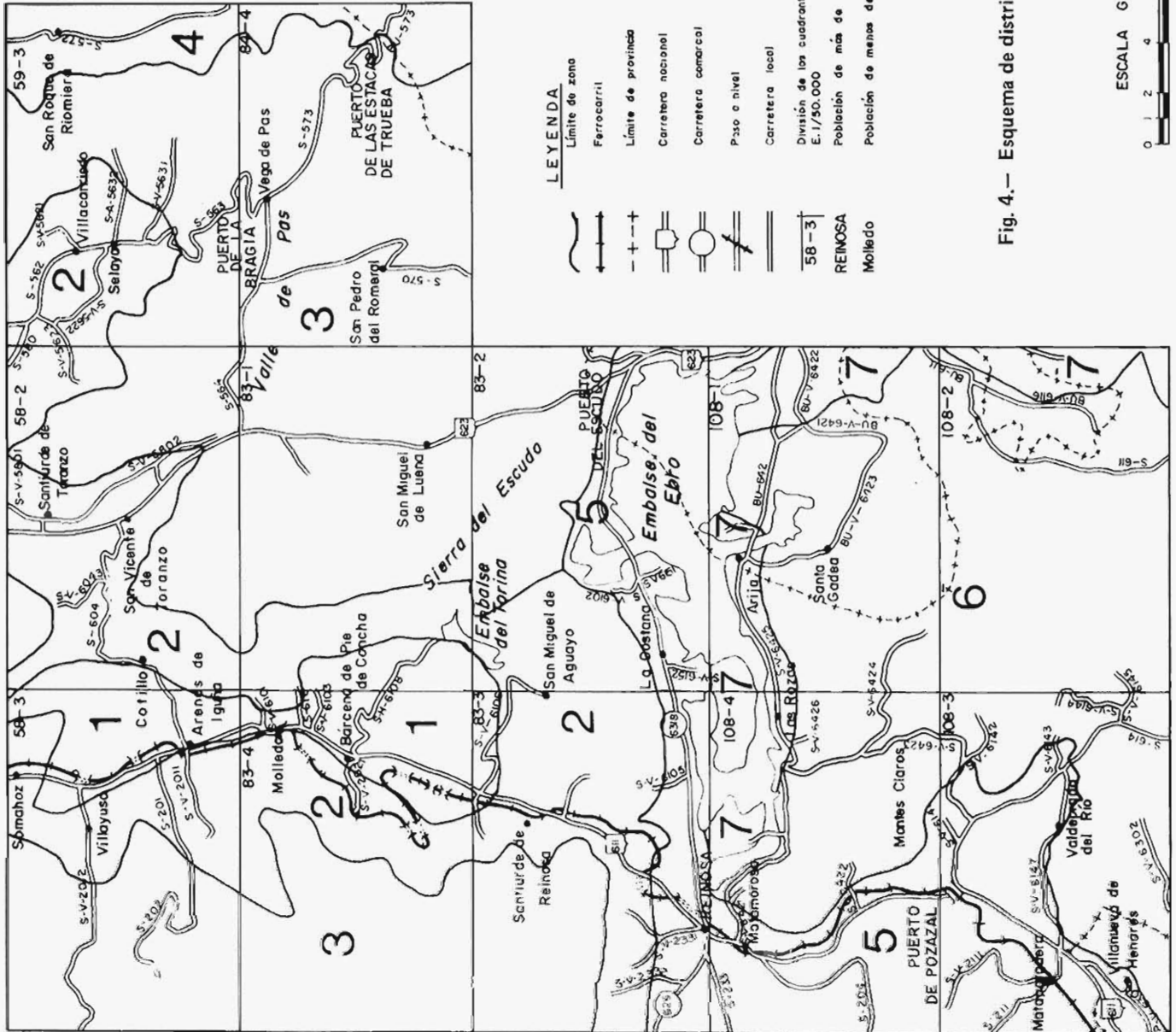


Fig. 4.— Esquema de distribución de zonas.

penínsulas de La Magdalena y Horna que junto con el borde Sur del Embalse del Ebro presentan un relieve análogo al de la zona 5 y la constituida por el llamado Alfoz de Bricia con características de borde de Páramo.

Aunque no constituya una zona propiamente dicha conviene hacer mención aquí del Embalse del Ebro dado que su extensión, sobre todo en dirección E-O, puede condicionar el trazado de futuros viales. Por lo que se conoce de la morfología del vaso, éste parece ser de poco fondo (nunca superior a 15 m y con una media no superior a los 6 m), siendo su perfil fundamentalmente llano. La naturaleza de los depósitos subacuáticos es, al parecer, fundamentalmente areno-limosa en su mitad oriental, en tanto que al oeste del meridiano de las Rozas presentan mayor diversidad de granulometría aunque con predominio de las fracciones finas.

3.1 ZONA 1: VALLE DEL RIO BESAYA

3.1.1 Geomorfología y Tectónica

Se presenta la zona como una banda alargada, aproximadamente paralela a la carretera N.-611 desde Santiurde de Reinosa hasta Somahoz en el extremo Norte del tramo, con una diferencia de cotas absolutas comprendida entre los 1288 m en el Pico de Ano (junto al embalse del Alsa) y los 120 m del fondo del valle del río Besaya en el extremo Norte de la zona.

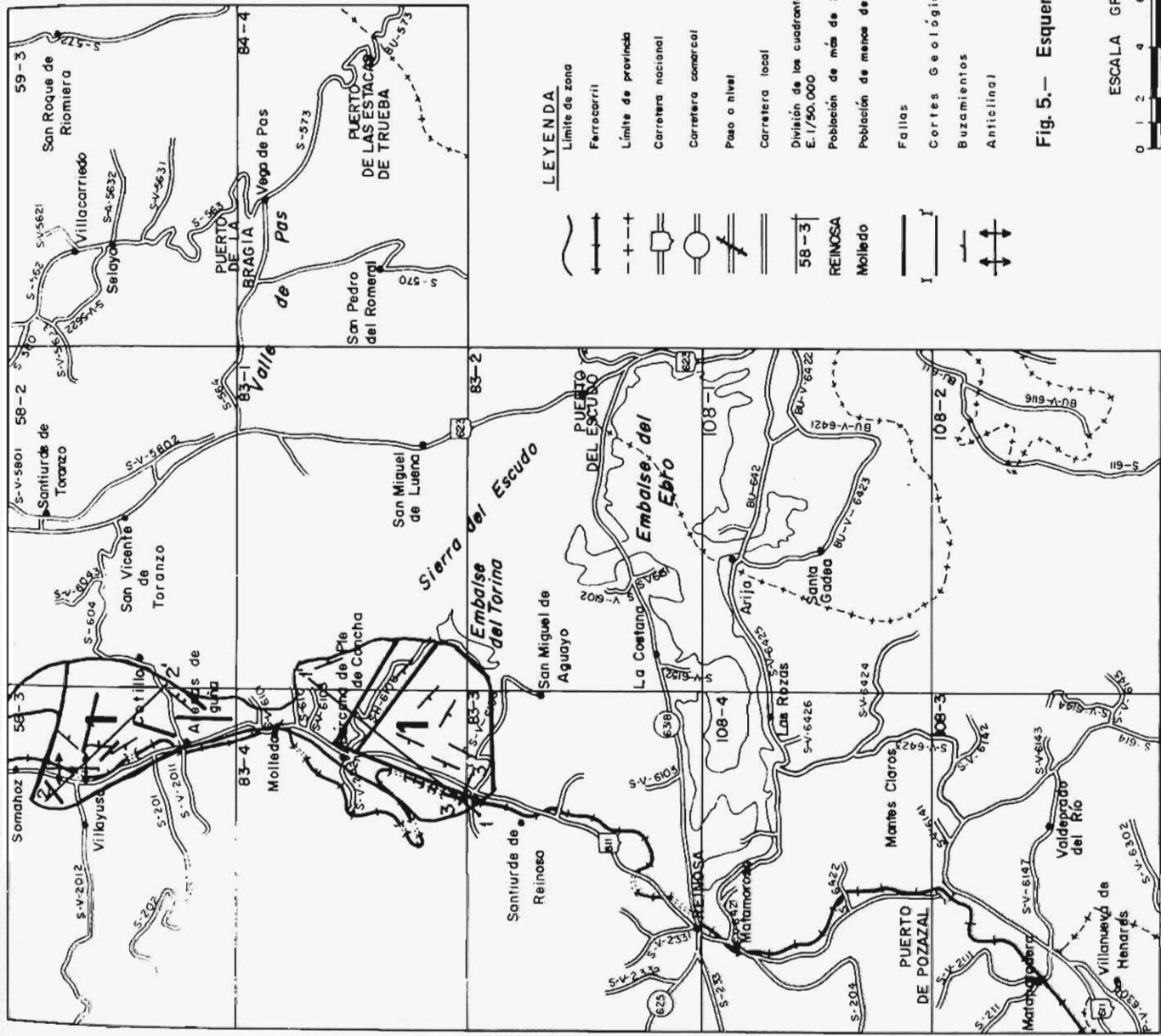
El terreno es de relieve muy acusado, con valles que se encajan profundamente y que en algunos puntos llegan a tener laderas subverticales.

Dentro de la zona podemos establecer tres dominios que dan lugar a tres tipos diferentes de morfologías:

- a) Materiales permotriásicos, constituídos esencialmente por conglomerados cuarzosos, areniscas rojas más o menos micáceas y aleuritas esquistosas.
- b) Materiales del Keuper que se presentan en su facies habitual de margas y arcillas vivamente coloreadas (las margas son por regla general yesíferas). Los afloramientos de ofita existentes son difíciles de localizar por la gran alteración de las mismas y los potentes suelos que sobre ellas se desarrollan.
- c) Materiales del Cuaternario: aluviales, eluviales y coluviales, cuya extensión superficial es pequeña en relación con los anteriores.

El dominio —a— presenta taludes naturales de hasta 80°, con barrancos muy encajados y con los ríos corriendo generalmente en la dirección de las grandes fracturas regionales N—S y NO—SE. En realidad los materiales de este dominio constituyen el sustrato de toda la zona.

El dominio —b— presenta su mayor extensión en los alrededores de Arenas de Iguña, y al Este de Bárcena de Pie de Concha. Sus afloramientos presentan contactos mecánicos, en general respecto del Permotriásico, dando unos relieves más suavizados que los del dominio anterior y en los que son frecuentes los movimientos superficiales del terreno que muestran una morfología típicamente rugosa.



LEYENDA

- Límite de zona
- Ferrocarril
- + - Límite de provincia
- Carretera nacional
- Carretera comarcal
- Paso o nivel
- Carretera local
- División de los cuadrantes de las hojas a E.1/50.000
- Población de más de 25.000 habitantes
- Población de menos de 25.000 habitantes
- Fallas
- Cortes Geológicos
- Buzamientos
- Anticlinal

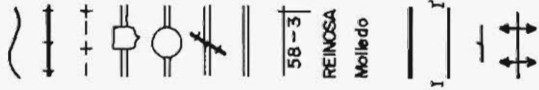


Fig. 5.— Esquema estructural de la zona.



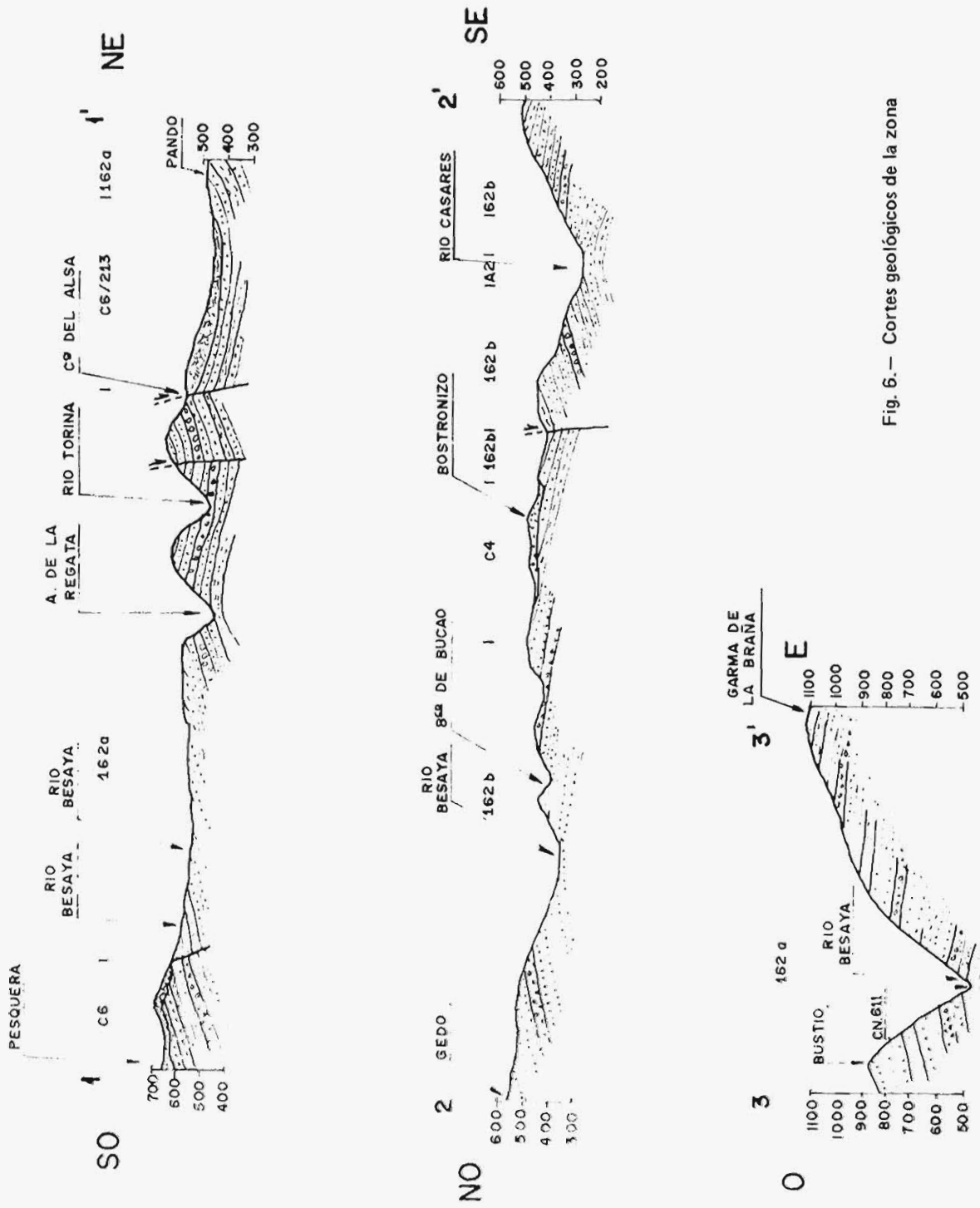
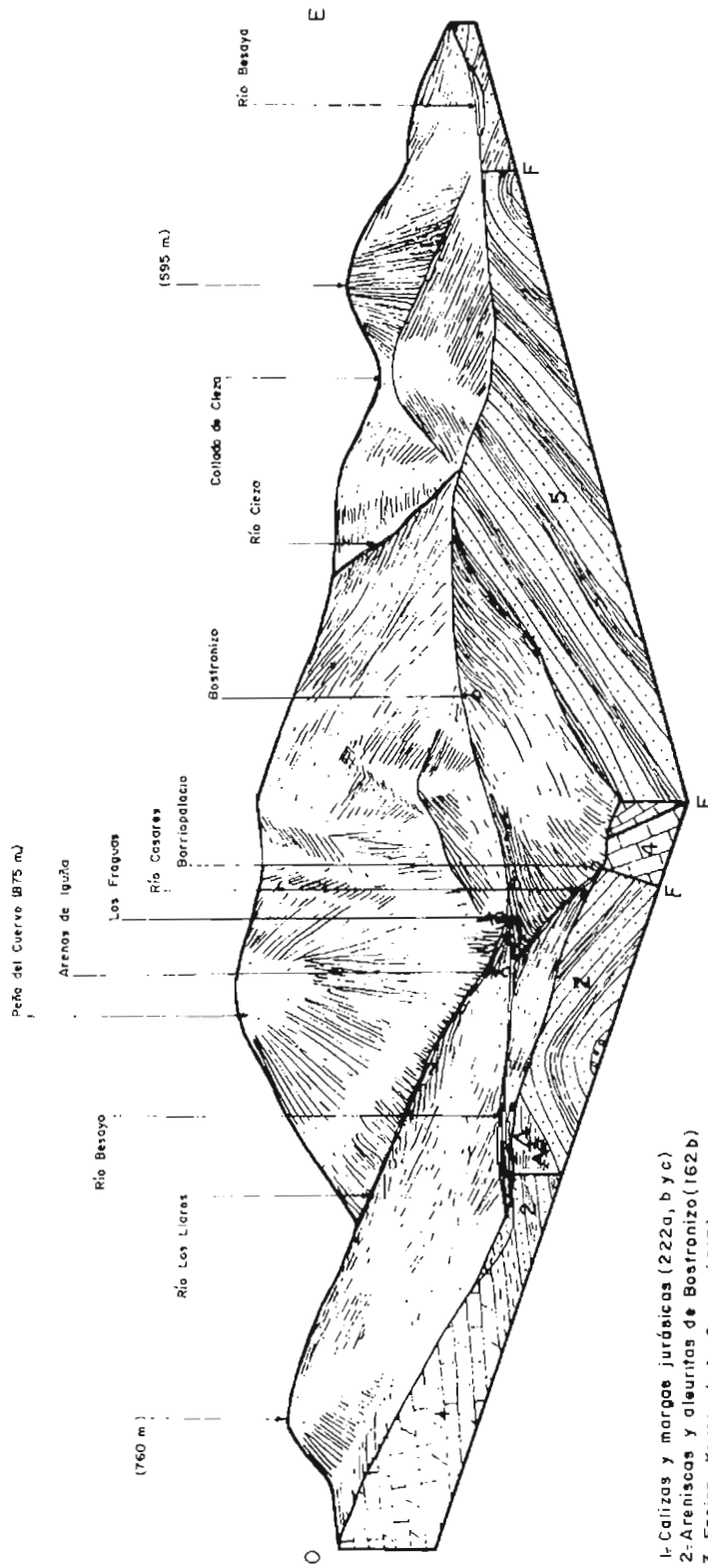


Fig. 6.— Cortes geológicos de la zona



- 1-Calizas y margas jurásicas (222a, b y c)
- 2-Areniscas y aleuritas de Bostronizo (162b)
- 3-Facies Kauper de la Serna (213)
- 4-Calizas y margas de Servillejas (222c)
- 5-Conglomerados, areniscas y aleuritas de P. de C. (162a)

F - Fallo

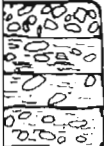
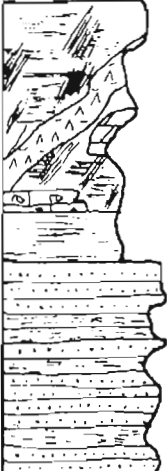
Fig. 7.— Bloque diagrama geomorfológico de la zona

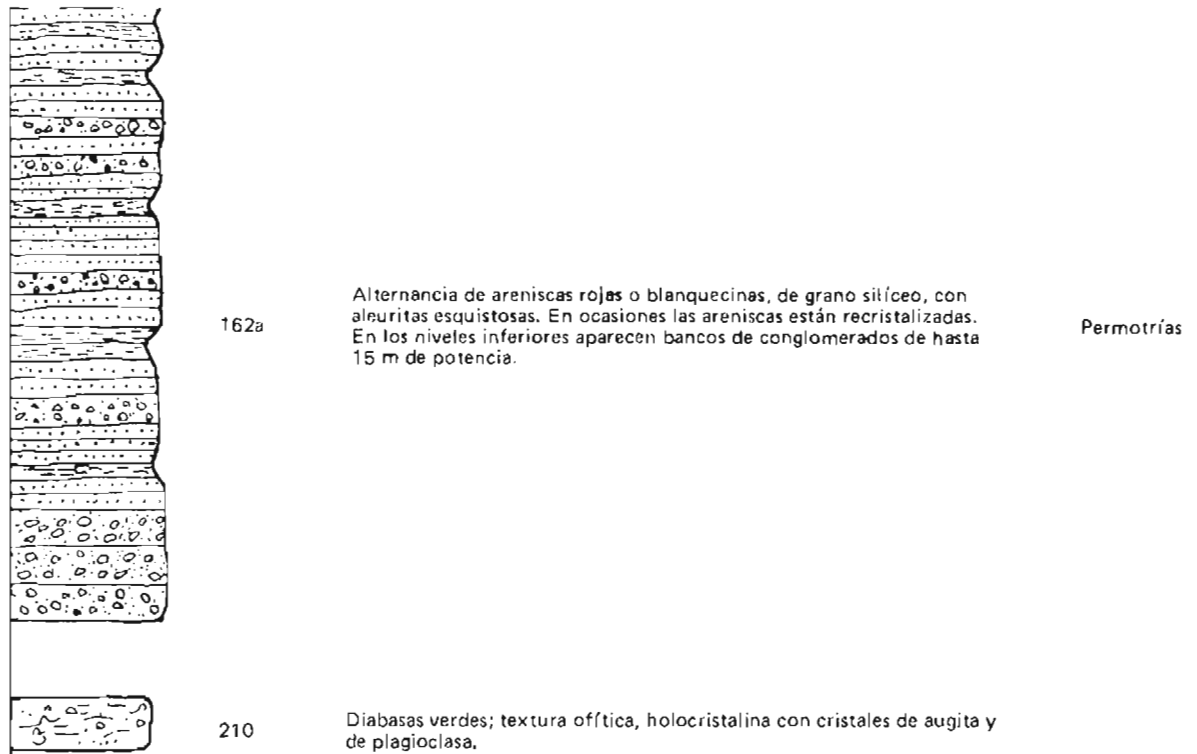
El dominio ---c--- incluye los materiales coluviales sobre el Permotriásico y el Keuper (generalmente poco desarrollados), y los aluviales del fondo de los valles, aunque de estos últimos los únicos dignos de mención son los del río Besaya.

Constituyen los materiales de esta zona el núcleo más antiguo del tramo, y por lo tanto son los más afectados por las deformaciones tectónicas. De todas formas, al ser los materiales del Permotriásico, posthercínicos, los únicos movimientos que le han afectado son los de la Orogenia Alpídica. Pero, cuando se produjeron estas deformaciones, el núcleo permotriásico era ya una masa muy rígida y reaccionó a los esfuerzos fracturándose, por lo que es difícil encontrar dentro de estos materiales pliegues bien desarrollados. Por el contrario los materiales del Keuper, mucho más plásticos que los del Permotriásico, constituyeron una zona de despegue entre éstos y los jurásicos posteriores; en ellos se distinguen micropliegues bien diferenciados e incluso formas diapíricas locales en los yesos situados al Este de la Serna.

3.1.2 Columna estratigráfica

En la columna que a continuación se establece aparecen diferenciados los distintos grupos geotécnicos definidos en esta zona.

COLUMNA LITOESTR.	REFE-RENCIA	DESCRIPCION	EDAD
	A2	Gravas sueltas (poligénicas) con cantos de 4 a 15 cm. Contienen porcentajes variables de arenas y/o limos.	Cuaternario
	A6	Finos limosos y/o arcillosos con cantos de ofita, arenisca silíceo y caliza.	Cuaternario
	C4	Arenas silíceas de matriz limosa con cantos de arenisca silíceo.	Cuaternario
	T2	Terrazas areno-limosas con gravas de arenisca cuarcítica de tamaño grueso.	Cuaternario
	213	Conjunto caótico de yesos, marcas yesíferas y arcillas rojas que incluyen cantos de conchas y calizas dolomíticas del Infratriásico.	Triásico
	162b	Alternancia de areniscas rojizas o blanquecinas, de grano silíceo, con aleuritas esquistosas de aspecto pizarroso; hacia la base aparecen algunos niveles de conglomerados de una forma esporádica.	Permotriásico



3.1.3 Grupos Geotécnicos

TERRAZAS DEL RIO BESAYA (T2)

Litología.— Están constituídas fundamentalmente por material areno—limoso siendo más abundantes en profundidad los términos arenosos. Diseminadas en la masa aparecen gravas de arenisca cuarcítica de 5 a 15 cm, cuyo porcentaje crece en profundidad, aunque sin pasar del 30 por ciento. Localmente presentan recubrimientos de suelo vegetal de hasta 30 cm de espesor.

Estructura.— Estos materiales no presentan estratificación alguna y son poco compactos. Los espesores máximos observados son de 5 m en las proximidades de Arenas de Iguña. Dan una morfología plana que se adapta a los materiales permotriásicos y jurásicos en los que se apoyan.

Geotecnia.— Son materiales ripables, sueltos en superficie y más compactos en profundidad. La capacidad portante es de media a alta. Son permeables, y con buen drenaje. Se han observado taludes artificiales de bajos a medios, estables con inclinaciones de 60—70°, sufriendo una ligera degradación con el tiempo. El nivel freático de la formación viene marcado por las aguas del río Besaya, quedando generalmente a 1 ó 2 m bajo la superficie.

ALUVIALES DE LOS RIOS BESAYA, ERECIA Y CASARES (A2)

Litología.— Son gravas poligénicas, sueltas, con cantos entre 4 y 15 cm, aunque ocasionalmente se encuentran otros de mayor tamaño. La mayoría de los cantos son de arenisca silícea recristalizada, procedente de la denudación de los materiales del Permotriásico. Estas gravas

ocasionalmente incluyen porcentajes variables de arenas silíceas y/o limos, pero siempre minoritarios.

Estructura.— Los materiales no presentan estratificación alguna y son poco compactos. El espesor aproximado es de 1,5 a 2 m y muestran grandes cambios laterales de composición a términos más o menos arenosos y/o limosos.

Geotecnia.— Son materiales fácilmente ripables, de capacidad portante baja, con buen drenaje superficial y alta permeabilidad. Los taludes naturales que se han observado son muy tendidos ($10-15^{\circ}$). El nivel freático viene marcado por el nivel de las aguas de los ríos respectivos.

COLUVIALES DE BOSTRONIZO Y VILLASUSO (C4)

Litología.— Son coluviones constituídos fundamentalmente por arenas silíceas de matriz limo—arenosa con cantos de arenisca cuarcítica algo micácea, diseminados en la masa. El tamaño de los cantos es muy variable (de 1 a 30 cm), encontrándose en ocasiones bloques de hasta 70—80 cm en puntos muy particulares.

Estructura.— Aparecen estos materiales directamente sobre las areniscas del Permotrías. En los cortes observados no se aprecia ninguna estructura, y generalmente forman una masa caótica de poco espesor (2—3 m) que suaviza notablemente el relieve de las areniscas sobre las que se apoyan.

Geotecnia.— Se consideran ripables en conjunto y con buen drenaje. La capacidad portante es media. Los taludes de excavación pueden cortarse a 60° , pero se plantean problemas locales de estabilidad por deslizamiento y degradación. El nivel freático de la formación se establece sobre los materiales del grupo 162b.



Foto 1.— Coluviales de Bostronizo y Villasuso, aspecto superficial.

ELUVIO—COLUVIALES DE CALGA Y CAMPO DE LOS HIGOS (C6)

Litología.— Son coluviones constituídos fundamentalmente por finos limosos y/o arcillosos con cantos de ofita y arenisca silícea diseminados en su masa o concentrados en lentejones, pero siempre claramente minoritarios frente a los finos.

Estructura.— Aparecen estos materiales sobre las arcillas del Keuper. Generalmente pasan en un tránsito gradual del suelo a la roca madre. Su espesor, como tal suelo, rara vez sobrepasa los 6



Foto 2.— Pequeñas deformaciones plásticas en los suelos eluvio-coluviales de Calga y Campo de Los Higos. (Cuadrante 83-4).

desciende considerablemente por imbibición, apreciándose deformaciones plásticas en zonas inclinadas o con mal drenaje.

m. No se aprecia ninguna orientación en la distribución de los cantos.

Geotecnia.— Son materiales ripables en conjunto y con escasa permeabilidad. Los taludes naturales estables tienen inclinaciones de $40-50^{\circ}$ mientras que los taludes artificiales pueden alcanzar los 70° , pero presentan posterior degradación. No se han observado grandes deslizamientos en esta formación, aunque la capacidad portante del terreno

CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y ALEURITAS DE BARCENA DE PIE DE CONCHA (162a)

Litología.— Alternancia de 1) areniscas rojizas o blanquecinas, de grano silíceo, compactas y duras, en ocasiones recristalizadas y cementadas por sílice lo que da un aspecto de ortocuarzitas, y 2) aleuritas tableadas con disyunción hojosa. Se disponen en bancos de aproximadamente 1 m de potencia. En ningún caso se han detectado porcentajes apreciables de carbonatos. Los niveles de conglomerados son muy abundantes en la parte inferior de la serie, dispuestos en bancos de hasta 4 ó 5 m de potencia y alcanzando un espesor visible de hasta 15 m. Están formados por cantos silíceos de 5 a 15 cm de diámetro, redondeados, con matriz arenosa, cementados en ocasiones con cemento silíceo.

Estructura.— Presentan estos materiales una estructura anticlinal con buzamientos suaves ($10-15^{\circ}$) cuyo eje tiene dirección aproximada N-S. La fisuración es muy intensa y fácilmente apreciable, sobre todo, en las areniscas.

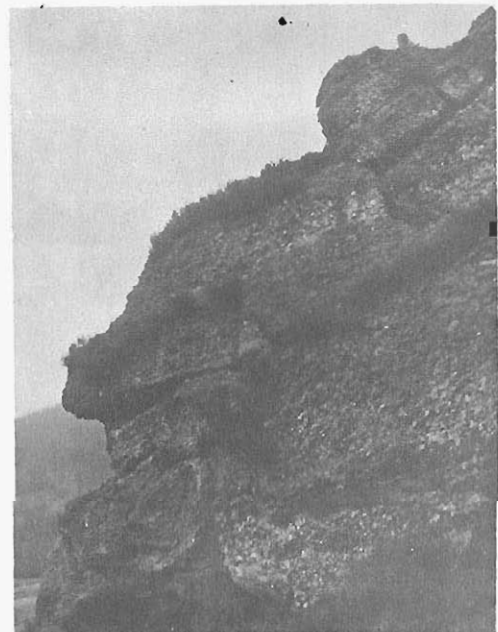


Foto 3.— Bancos conglomeráticos del grupo 162a en la carretera del Embalse de Alsa. (Cuadrante 83-1).

Geotecnia.— Es un conjunto no ripable, de alta capacidad portante (menor en los niveles de aleuritas), y con una buena permeabilidad por las fisuras existentes en las areniscas y conglomerados, y prácticamente impermeables las aleuritas, las cuales marcan generalmente distintos niveles

freáticos. Los taludes naturales observados son variables, según la litología y la estructura llegando a 70–80° cuando están presentes los distintos materiales. En los taludes de más de 70° es frecuente que los niveles de conglomerados presenten desprendimientos y se socaven las aleuritas.

ARENISCAS Y ALEURITAS DE BOSTRONIZO (162b)

Litología.— Es bastante parecida a la del grupo anterior (162a) si bien con la particularidad de que los niveles conglomeráticos se presentan de forma esporádica, preferentemente localizados en la base de la serie, con aspecto lenticular y potencias máximas de 1 m. Las areniscas se presentan con aspecto arcilloso y micáceo sin recristalización aparente, tipo rodano, y alternan con materiales aleuríticos compuestos por arcillas compactadas, con tramos de aspecto pizarroso pero siempre con un porcentaje apreciable de granos de arenas en la masa.



Foto 4.— Talud natural verticalizado en las areniscas (1) y aleuritas (2) del grupo 162a. (Cuadrante 83–4).



Foto 5.— Valle encajado del río Besaya con taludes de fuertes pendientes excavados en el grupo 126b; las entalladuras corresponden a niveles de predominio aleuritas. (Cuadrante 58–3).

Estructura.— Forma parte del anticlinal definido en el grupo anterior (162a) presentando buzamientos y morfología semejantes. Quizá la única salvedad sea una menor fracturación en los materiales.

Geotecnia.— Conjunto no ripable de alta capacidad portante. Las areniscas son relativamente permeables por las fisuras existentes, y las aleuritas son prácticamente impermeables y sobre ellas se establecen algunos niveles freáticos colgados. Los taludes naturales son subverticales, pero por la fisuración se producen desprendimientos locales.

FACIES KEUPER DE LA SERNA (213)

Litología.— Está constituida por una masa de aspecto caótico formada por arcillas y margas varioladas; dentro de éstas se encuentran frecuentemente yesos, generalmente blancos, aunque los hay también negros y rojos, dispuestos en filones de 5 a 12 cm de potencia, y diseminados en otros

casos. Debe consignarse aquí la masa importante de yeso y anhidrita (en explotación) situada en las proximidades de la Serna, origen de algunos hundimientos locales. En ciertos puntos muy



Foto 6.— Materiales de Facies Keuper (1) junto con sus suelos de recubrimiento (2, b = bloques sueltos) y carnioles liásicas suprayacentes (3). (Camino a Fontecha). (Cuadrante 83-3).

localizados pueden verse dentro de la masa clastos de carnioles procedentes generalmente del grupo 221a. Dada la erosionabilidad del grupo, en general queda siempre recubierto por un suelo eluvial arcilloso de escasa potencia (máximo 1 m) que engloba clastos dispersos, tanto más abundantes cuanto más próximos a los afloramientos ofíticos.

Estructura.— En el aspecto general, el grupo constituye una zona de despegue que permite la diversificación de estilos tectónicos entre los materiales infra y suprayacentes, por lo que sus contactos son normalmente mecánicos. Por otra parte, en su aspecto interno, la microestructura del grupo es bastante compleja con micropliegues, fisuras rellenas de yeso, huecos de disolución y despegues internos. Morfológicamente dá origen a relieves suavemente alomados, de perfil convexo con múltiples huellas de deslizamientos de ladera.



Foto 7.— Taludes artificiales tallados en los materiales de Facies Keuper, Carretera local S-233. (Cuadrante 83-3).

Geotecnia.— Grupo geotécnicamente peligroso, generalmente ripable, con mayor o menor dificultad, según la concentración de yesos. En conjunto es un grupo prácticamente impermeable de baja capacidad portante en las zonas deprimidas de drenaje deficiente, donde se producen encharcamientos. Suelen presentarse fluencias lentas de los materiales y ocasionales deslizamientos. Los taludes naturales son muy tendidos (menos de 30°), aunque se mantienen taludes artificiales de 50-60° durante bastante tiempo, sin degradación.

OFITAS DE CERVATOS (210)

Litología.— Roca filoniana, recristalizada, generalmente de color verde oscuro a negro, holocristalina, de dureza y compacidad muy elevada. Presentan una gran alteración superficial hasta el punto de que no se ha podido recoger ninguna muestra fresca en este grupo dentro de la zona, si bien al Sur y al Noreste del tramo existen afloramientos que permiten su clara identificación.

Estructura.— En el tramo las ofitas se encuentran íntimamente ligadas con los materiales del Keuper, aunque al ser fácilmente alterables en medios húmedos no destacan morfológicamente de los materiales que las incluyen. Solamente en los alrededores de San Martín de Hoyos (zona 5) dan origen a colinas alargadas de laderas suaves.

Geotecnia.— Material no ripable en su conjunto y de buenas características como árido, salvo en las zonas superficiales alteradas que en las áreas muy húmedas (Villacarriedo) llegan a sobrepasar los 5 m.

3.1.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona

Dada la preponderante extensión que ocupan dentro de la zona los grupos permotriásicos (162a y 162b), son los que mayor incidencia pueden tener sobre el trazado de las vías de comunicación. No obstante, conviene considerar igualmente interesantes los depósitos fluviales (aluviones y terrazas del río Besaya), pues si bien su extensión superficial es mucho menor, se sitúan en áreas de ubicación preferente para carreteras.

En el primer caso el mayor problema lo constituyen los desprendimientos de bloques, resultado de la conjunción de un material frecuentemente diacladado y taludes subverticales de gran altura. Las dificultades se agudizan en las Hoces de Barcena y de las Fraguas donde el estrechamiento del valle obliga a utilizar pasos de paredes verticales e incluso en desplome.



Foto 8.— Encajamiento del valle del río Besaya al Norte de Las Fraguas. (Cuadrante 58—3).

En cuanto a los suelos debe consignarse una capacidad portante baja, en general, de los aluviones, debido a que su granulometría, compuesta fundamentalmente de bloques y gravas gruesas, no permite alcanzar una buena capacidad. La capacidad portante de las terrazas es sin embargo alta, aunque presenten cierta comprensibilidad.

3.2 ZONA 2: ALTO DE GUETO–CAMPOO DE YUSO–VALLE DEL RIO PISUEÑA

3.2.1 Geomorfología y Tectónica

Se presenta la zona como una amplia banda de materiales jurásicos y triásicos rodeando a los materiales de la zona 1. Se extiende desde Fontibre, en el borde occidental del tramo, hasta las inmediaciones de Corbera en el extremo N. Ocupa, así mismo, el valle del río Pisueña, salvo su cabecera incluida en la zona 3.

La cota mínima es de 100 m en el extremo Norte del valle del Pas y la máxima de 1.250 m en el vértice Fuente el Moro al Sureste de Somballe.

Los materiales calcáreos que fundamentalmente constituyen la zona, aparecen por lo general en los fondos de los valles o en las laderas de los mismos. Difícilmente se presentan en las zonas altas, que suelen estar ocupadas por los materiales silíceos de las facies Purberckiense y Wealdense; salvo las excepciones de los collados de Cieza, El Portillón y Cañeda que bordean el valle del Besaya. Sin embargo en el Campoo de Yuso se elevan hasta los 1200 m, y si bien los puntos culminantes siguen siendo de facies Wealdense, las rocas calcáreas constituyen la casi totalidad del conjunto.

Dentro de la zona podemos diferenciar tres dominios litológicos que nos van a dar lugar a tres tipos diferentes de morfologías.

- a) Materiales de la facies Keuper, constituidos esencialmente por arcillas rojas y margas yesíferas, con algunos asomos ofíticos.
- b) Materiales calizos y margosos del Jurásico.
- c) Materiales cuaternarios (eluviales, coluviales y aluviales).

El dominio —a— presenta taludes naturales de escasa pendiente, 20–30° como máximo, con una morfología alomada por movimientos superficiales de sus materiales. Son los terrenos más antiguos que aparecen en la zona.

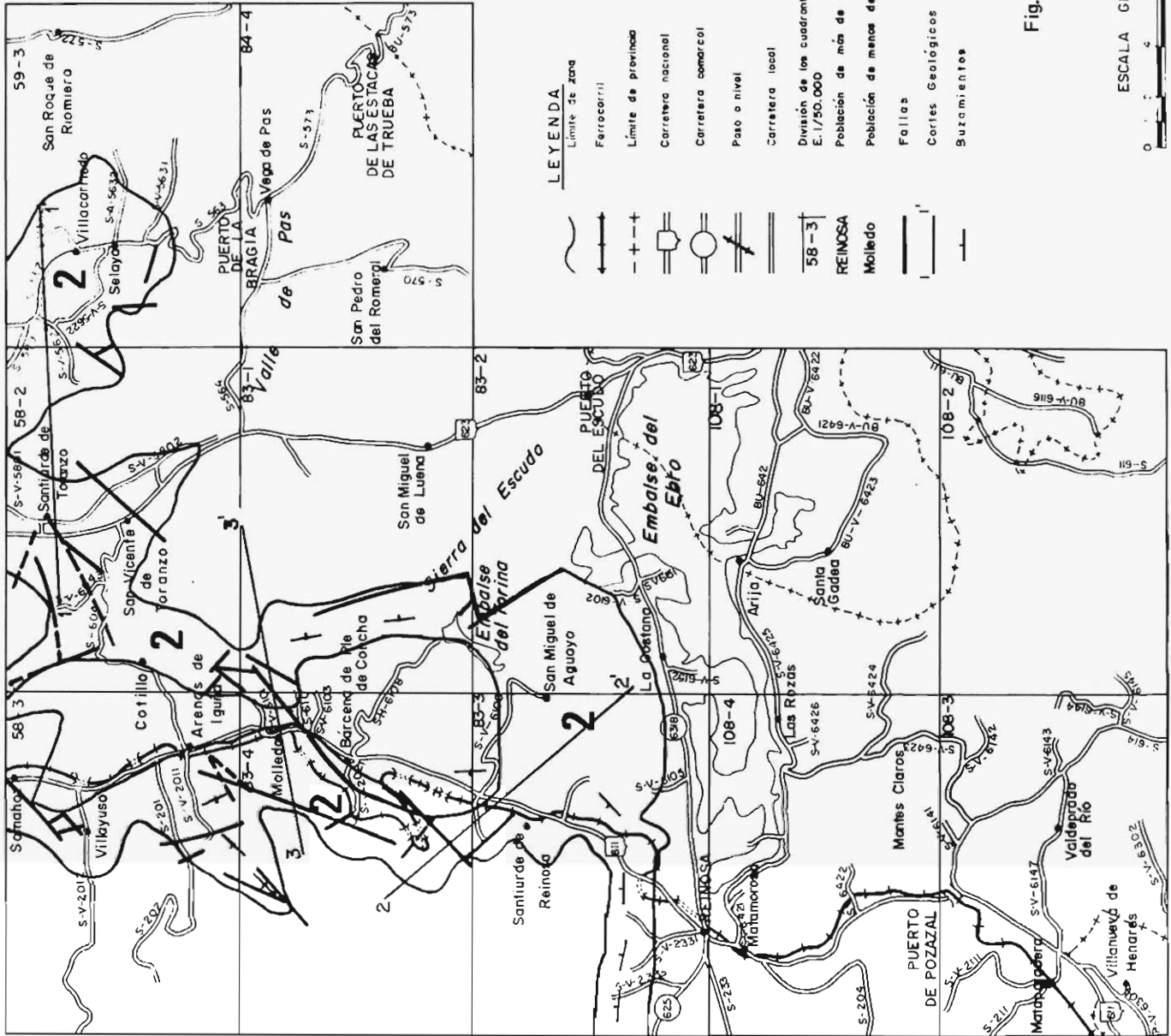


Fig. 8.— Esquema estructural de la zona.

El dominio —b— está constituido esencialmente por los materiales del Jurásico marino y forma más del 80 por ciento en superficie del conjunto de la zona. Está constituido por una serie de alternancias de tramos calizos (en la base algo dolomíticos) y margas.

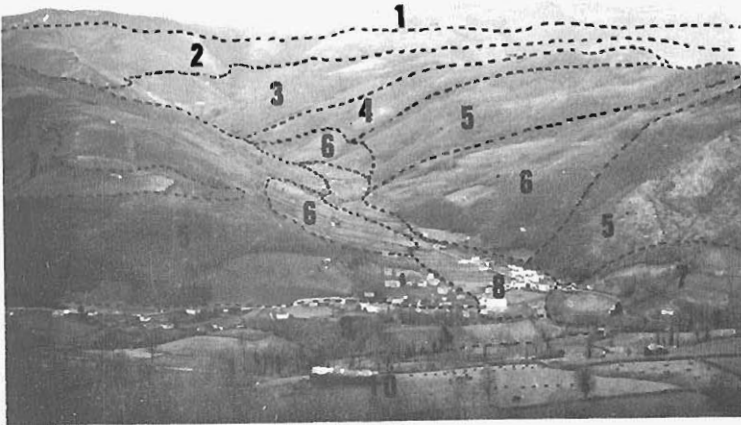


Foto 9.— Morfoestructura del valle del río Casares. En primer término Arenas de Iguña. Interpretación: 1—Facies wealdense (231a); 2, 3 y 4—Jurásico calcomargoso (respectivamente 222c, 222b, y 222a). 5—Permotriás (162b); 6—Facies Keuper (213); 7—Suelos coluviales sobre areniscas; 8—Aluviones del río Casares; 9—Aluviones del río Besaya; 10—Suelos coluviales sobre calizas. (Cuadrante 58—3).

El dominio —c— queda reducido al fondo de los valles o a lugares en los que la topografía es casi plana, y salvo los aluviales del río Pas, el resto de las formaciones tienen poca potencia.

Las únicas deformaciones que han afectado a los materiales de la zona son los correspondientes a la Orogenia Alpídica en sus diversas fases (desde los movimientos neoquiméricos). Al actuar estas deformaciones sobre los mate-

riales mesozoicos se producen dos tipos de deformaciones: a) Pliegues laxos, de poco buzamiento en sus flancos (15—20°) de típico estilo jurásico que ocupan la mayor parte del conjunto; y b) Pliegues—falla que aparecen generalmente en las zonas donde los esfuerzos han sido más violentos, normalmente en las proximidades del núcleo permotriásico; estos pliegues presentan flancos subverticales en las proximidades de Barriopalacio y constituyen las áreas de mayor fracturación frente a las de tipo a, poco formados en general.

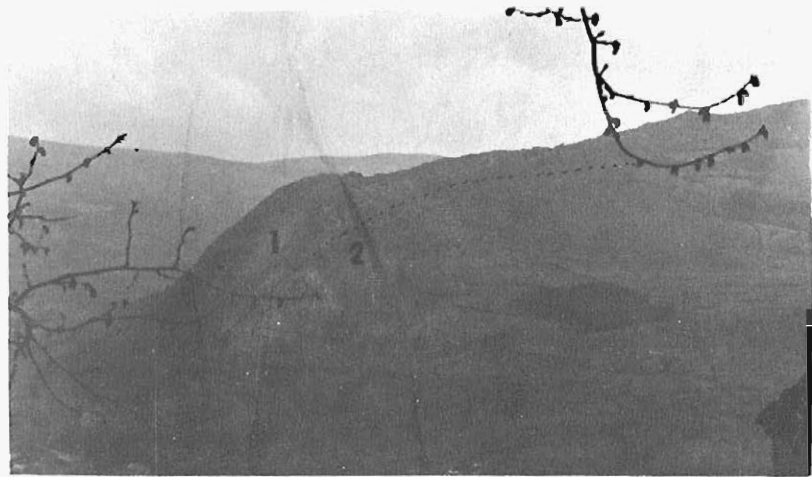


Foto 10.— Inflexión de las calizas y margas masivas (1) sobre las areniscas permotriásicas (2) en Barriopalacio. (Cuadrante 58—2).

La tectónica

de esta zona responde a directrices diferentes de la de la zona anterior, pues los materiales plásticos de la facies Keuper situados entre ambas constituyen una importante zona de despegue que individualiza perfectamente los dos estilos tectónicos.

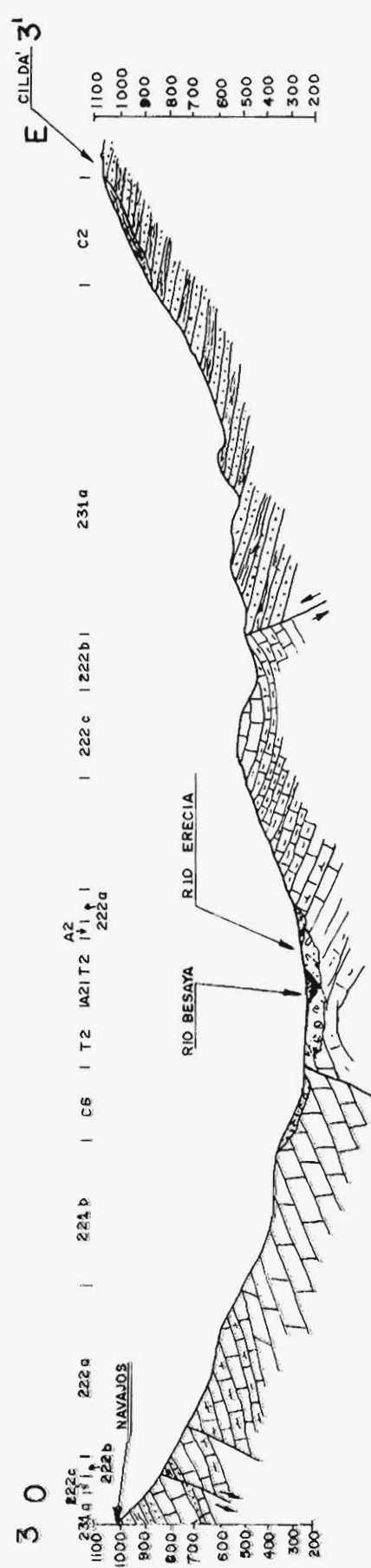
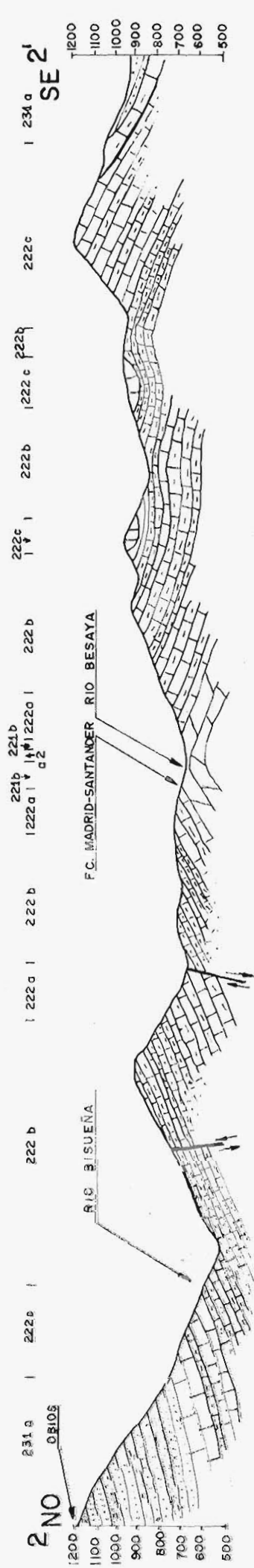
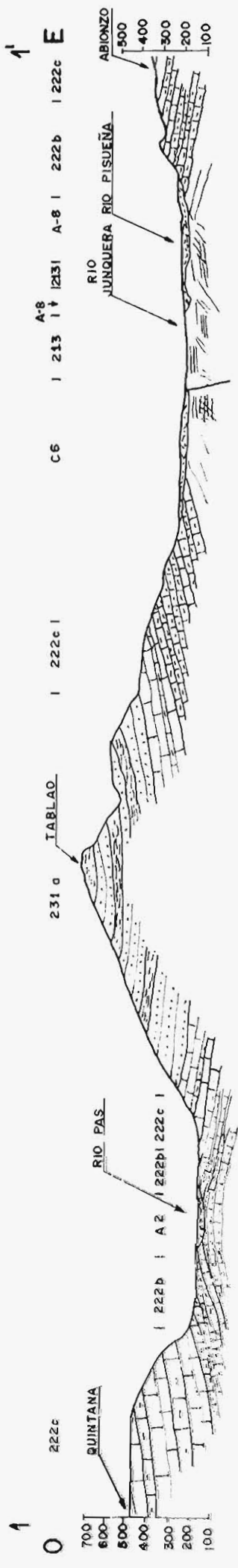
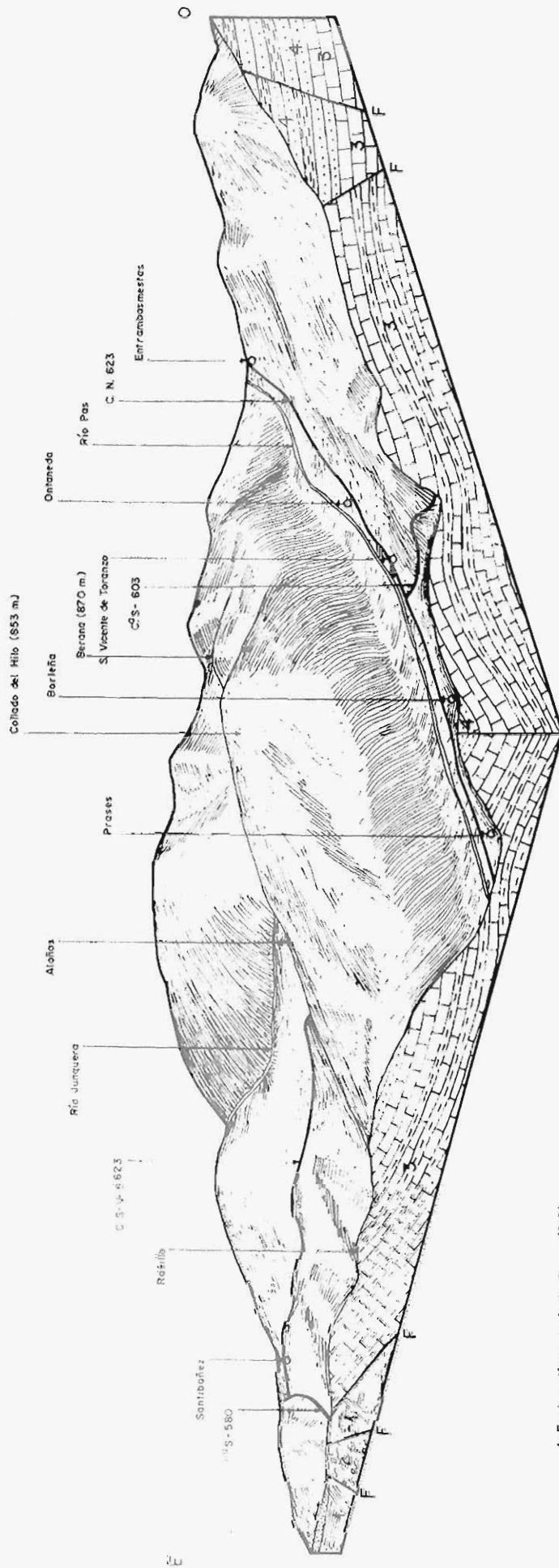


Fig. 9.— Cortes geológicos de la zona.


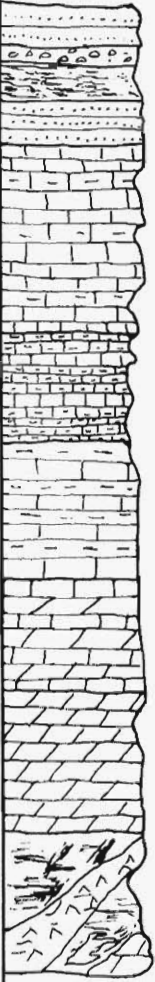


- 1- Facies Keuper de la Serna (213)
- 2- Ofitas de Cervicos (210)
- 3- Calizas y mergas jurásicas (222 a, b y c)
- 4- Areniscas y limolitas del Puerto del Escudo (231 a)
- F- Falla

Fig. 10.— Bloque diagrama geomorfológico de la zona.

3.2.2 Columna Estratigráfica

En la columna que a continuación se establece vienen señalados los distintos grupos geotécnicos definidos en esta zona.

COLUMNA LITOESTR.	REFE-RENCIA	DESCRIPCION	EDAD
	A8	Gravas sueltas (poligénicas) de 5 a 15 cm con porcentajes variables de arenas y/o limos. Recubiertas parcialmente por finos arcillo-limosos.	Cuaternario
	A5	Limos y/o arcillas con cantos dispersos en la masa.	Cuaternario
	C8	Gravas poligénicas y bloques, empastados por una matriz arcillo-limosa.	Cuaternario
	C6	Finos limosos y/o arcillosos, con cantos de ofita, arenisca silícea y caliza	Cuaternario
	C3	Gravas calcáreas con algunos cantos de arenisca silícea empastados por arcillas y/o limos.	Cuaternario
	T2	Terrazas areno-limosas con gravas de arenisca de tamaño grueso.	Cuaternario
	A2	Gravas sueltas (poligénicas) granulometría variable; tienen porcentajes variables de arenas y limos.	Cuaternario
	231a'' (40)	Areniscas de grano silíceo en bancos gruesos, alternantes con limos arcillosos rojos; localmente incluyen capas lenticulares de conglomerados silíceos de cantos cuarzosos pequeños.	Infracretácico
	222c (80)	Alternancia de calizas gris azulado, microcristalinas, en bancos potentes, con margas gris oscuro, plásticas, en bancos de hasta 2 m.	Jurásico
	222b (50)	Margas calcáreas gris oscuro, en ocasiones hojosas y friables que incluyen capas de calizas margosas oscuras.	Jurásico
	222a (40)	Alternancia de margas gris oscuro de disyunción lenticular y dureza baja con calizas oscuras, algo margosas, de grano muy fino, dureza media y compactas. En ambos casos en bancos de 10 a 30 cm.	Jurásico
	221b (70)	Calizas estratificadas, en bancos gruesos, oscuras, bituminosas y fétidas, dolomitizadas en algunos tramos.	Liásico
	221a (60)	Dolomías oscuras, microcristalinas, con recristalizaciones, alternantes con carniolas gris parduzco muy vacuolares; estos tramos son predominantes en la base de la formación.	Infralías
	213 (30)	Disposición caótica de margas yesíferas y arcillas rojas que incluyen cantos de carniolas del Infralías.	Keuper
	210	Diabasas verdes, textura ofítica, holocristalinas con fenocristales de augita y plagioclasa.	

3.2.3 Grupos Geotécnicos

ALUVIALES DE LOS RÍOS CIEZA, LOS LLARES Y PAS (A2)

Litología.— Están constituidos por gravas poligénicas sueltas de granulometría variable; generalmente los cantos oscilan entre 4 y 15 cm de diámetro; la gran mayoría de los clastos son de arenisca silíceas del grupo 231a. Estas gravas ocasionalmente incluyen porcentajes variables de arenas silíceas y/o limos, pero siempre claramente minoritarios.

Estructura.— Son materiales sin ninguna estratificación, poco compactos y con espesores muy variables, desde 5–6 m en el río Pas a 2–3 m en el Cieza. Son muy frecuentes los cambios laterales de composición a términos más o menos arenosos y/o limosos.

Geotecnia.— Son materiales ripables de capacidad portante baja a media, con buen drenaje superficial y alta permeabilidad; los taludes naturales que se han observado son muy tendidos, 10–15°; el nivel freático viene marcado por el nivel de las aguas de los ríos.

ALUVIALES DEL RÍO PISUEÑA (A8)

Litología.— Está formado fundamentalmente el grupo por gravas poligénicas entre 5 y 15 cm de diámetro, aunque ocasionalmente se encuentran bloques de mayor tamaño. La mayoría de los cantos son de arenisca silícea del grupo 231a. Estas gravas ocasionalmente incluyen porcentajes variables de arenas silíceas siempre claramente minoritarias frente a las gravas. Aparecen estas gravas recubiertas parcialmente por finos arcillo–limosos que constituyen el 40 por ciento del volumen del conjunto.

Estructura.— No se observan macroestructuras en el grupo, así como ninguna orientación en la disposición de los cantos de las gravas. Es una formación poco compacta, de espesor aproximado 6 m, en la que son frecuentes los cambios laterales en las proporciones relativas de unos componentes frente a otros.

Geotecnia.— En conjunto son materiales fácilmente ripables, de capacidad portante media, con un buen drenaje superficial y muy permeables, salvo en las zonas en que los finos arcillo–limosos que recubren a las gravas, alcanzan un espesor considerable.

ALUVIALES DEL RÍO CASARES (A-5)

Litología.— Son limos y/o arcillas, en ocasiones algo arenosos, con cantos de hasta 10–12 cm dispersos en la masa o concentrados en lentejones, pero siempre claramente minoritarios frente a los finos. Los cantos son generalmente de arenisca silícea de los materiales del grupo 231a y de calizas de grano fino de los diferentes pisos del Jurásico marino.

Estructura.— No presentan estos materiales estratificación alguna y son generalmente poco compactos. Su espesor aproximado es de 2–3 m, con frecuentes cambios laterales en lo que se

refiere a las proporciones relativas de los componentes.

Geotecnia.— Son materiales ripables, de capacidad portante media, con buen drenaje superficial y muy permeables. Los taludes artificiales pueden llegar a 35–40°, pero sufren una importante degradación posterior.

COLUVIALES DE S. VICENTE DE LEON (C6)

Litología.— Acúmulo de finos limosos y/o arcillosos, en ocasiones con una pequeña proporción de arenas y cantos y/o bloques de ofita, arenisca silíceo y caliza diseminados en su masa o concentrados en lentejones. Aparecen siempre sobre materiales jurásicos, salvo al Este de Pedroso, donde se depositan sobre la Facies Keuper.



Foto 11.— Pequeño corte artificial del suelo coluvial de San Vicente de León. (Cuadrante 58–3).

Estructura.— No se aprecia ninguna orientación en la disposición de los cantos, aunque sí se puede observar que son más abundantes en las partes bajas de los coluviones; las pendientes naturales son de 30–40°, según la situación en la zona.

Geotecnia.— Son materiales ripables, de baja capacidad portante y buena permeabilidad. Soportan taludes artificiales de 60–70° en los que se producen desprendimientos de cantos; al Este de Pedroso se

observan movimientos, hecho lógico por encontrarse sobre los materiales plásticos de la facies Keuper.

COLUVIALES DE VILLASUSO Y LOS LLARES (C3)

Litología.— Gravas calcáreas con algunos cantos de areniscas empastadas por arcillas y/o limos. Se encuentran siempre sobre los materiales del Jurásico marino. Sus espesores medios oscilan entre 3 y 6 m.

Estructura.— No presentan ninguna orientación preferente en los cantos, disponiéndose éstos con trama abierta dentro de la masa de finos. Las pendientes naturales son de 30–35°. Ocupan en Villasuso la parte media y baja de las laderas del valle del río Cieza, suavizando las pendientes, en tanto que al sur de los Llares constituyen el relleno de ligeras depresiones situadas a media ladera.

Geotecnia.— Son materiales ripables, de capacidad portante media y poco permeables. Aparecen cortados en algunos caminos vecinales con taludes artificiales de 60–70°, pero en ellos

se producen pequeños deslizamientos que exigen un constante saneado de la zona.

COLUVIALES DE LA MIÑA (C8)

Litología.— Es un coluvial formado por arcillas limosas rojas ligeramente plásticas que empastan bloques calcáreos dispersos de tamaños comprendidos entre 20 y 80 cm.

Estructura.— Constituyen un pie de monte típico que bordea de una forma más o menos continúa la vertiente Sur de la Sierra de Cabuérniga. La distribución de los clastos en la masa es tal que éstos son más abundantes cuanto más próximos se encuentren a la montaña. Morfológicamente contribuyen a suavizar la pendiente con perfiles de unos 35° de inclinación frente a los 55–60° de las partes altas desprovistas de suelo.

Geotecnia.— La capacidad portante del grupo puede considerarse como media–alta. Los taludes artificiales no deben excavar con pendientes superiores a los 50° bajo riesgo de desprendimientos de los bloques incluidos y acarcavamientos en las laderas. El drenaje superficial es bueno y tolerable en profundidad; el material es ripable, y no es recomendable para préstamo.

TERRAZAS DEL RIO CIEZA (T2)

Litología.— Están constituídas por arenas y limos en proporciones variables; son más abundantes en profundidad los términos arenosos. Dispersas en la masa aparecen gravas de arenisca cuarcítica de tamaño grueso a medio, del grupo 231a, que se hacen más abundantes en los niveles inferiores. Localmente aparecen recubiertas de una capa de suelo vegetal de hasta 30 cm de espesor.

Estructura.— No presentan estos materiales estratificación alguna y son poco compactos. Los espesores máximos observados son de unos 3 m, en las proximidades de Villasuso de Cieza. Presenta en superficie una morfología plana que se adapta a los materiales permotriásicos y jurásicos sobre los que se apoyan.

Geotecnia.— Son materiales ripables de baja compacidad. Su capacidad portante es baja–media y presentan buen drenaje. Se observan taludes artificiales estables de 60–70° de inclinación.

ARENISCAS Y LIMOLITAS DE FUENTE DEL MORO (231a')

Litología.— Areniscas de grano silíceo, redondeado, cuyo tamaño de grano oscila entre 0,1 y 1,5 mm, matriz areno–limosa sin cemento; su compacidad es muy variable, desde areniscas duras y arenas sueltas. Aparecen dispuestas en bancos gruesos que alternan con otros de limos arcillosos rojos, de plasticidad media, generalmente masivos aunque en ocasiones aparezcan tableados. Localmente incluyen delgadas capas lenticulares (5–10 cm) de conglomerados silíceos de cantos cuarzosos pequeños.

Estructura.— Aun cuando estratigráficamente estos materiales (wealdenses) son idénticos a los del grupo 231a, su comportamiento geotécnico es diferente ya que aquí constituyen un resto de erosión de la cobertera Suprajurásica con una potencia máxima de 50 m frente a los 2000 m que como media tienen en el Puerto del Escudo. Presentan una estructura sinclinal de dirección NNO—SSE y de buzamientos muy suaves 5—10°, típico reflejo de un relieve invertido. Da origen a las cumbres más elevadas de la zona, situadas en los flancos del sinclinal antedicho, en tanto que en el eje se dispone el collado de los Moros.

Geotecnia.— Los taludes naturales observados presentan inclinaciones del orden de 25—30° y se considera que artificialmente pueden cortarse con 55—60° sin grandes riesgos de movimientos del terreno ni degradación rápida. El drenaje superficial es bueno así como el de los bancos de areniscas más externos merced al diaclasado de la roca; en profundidad sin embargo la permeabilidad es muy baja, siendo prácticamente nula en las limolitas (limos arcillosos). Los eventuales deslizamientos se producen por imbibición de las limolitas. Los bancos gruesos de areniscas son no ripables; no así las limolitas cuya ripabilidad es apreciable.

CALIZAS Y MARGAS DE SERVILLEJAS (222c)

Litología.— Está formado el grupo por una alternancia de calizas y margas, con predominio porcentual de las primeras. Las calizas son de color gris azulado, algo margosas, microcristalinas, de dureza media, en capas de 10—30 cm, integradas en bancos de 2—3 m. Las margas son gris oscuro, algo plásticas, de dureza baja y dispuestas en bancos de hasta 2 m. El recubrimiento eluvial está formado por arcillas limosas poco plásticas que incluyen numerosos clastos calcáreos de 6—8 cm que aunque normalmente no sobrepasa los 50—60 cm de potencia, cubre prácticamente todo el conjunto.

Estructura.— Generalmente se presentan con plegamientos muy suaves, salvo en las proximidades de las grandes fallas donde se producen replegamientos locales y una fisuración muy importante. En general constituyen laderas de fuertes pendientes naturales (55—60°) aunque más al Sur (Zona 5) las inclinaciones son menores y su perfil algo más redondeado. La polaridad de la serie es tal que la proporción de margas



Foto 12.— Morfología producida por el contacto de los grupos 232c (1) y 232b (2) con desprendimiento de un bloque del primero (3) sobre el segundo. (Cuadrante 58—3).

desciende hacia la parte alta, produciéndose sin embargo algunas recurrencias.

Geotecnia.— Los taludes artificiales del ferrocarril se mantienen con inclinaciones subverticales (75°) en alturas de 15–18 m sin problemas aparentes de desprendimientos o degradación. El drenaje superficial es bueno, pero en profundidad desciende de forma considerable pues aunque la fisuración de los bancos calcáreos es apreciable, la interposición de las margas obliga a tratar al conjunto como semipermeable. Los bancos margosos se consideran ripables; no así los calcáreos que por otra parte son útiles como material canterable, aunque de baja calidad.

MARGAS Y CALIZAS DE FONTECHA (222b)

Litología.— Margas gris oscuro, en ocasiones hojosas y friables, de dureza media a baja, en bancos de 30–80 cm, que incluyen capas de calizas oscuras, margosas, de dureza media. El recubrimiento está compuesto por materiales arcillo—limosos gris oscuro, con abundante materia orgánica y cantos dispersos en superficie. Su potencia es escasa, en general de unos 50 cm.

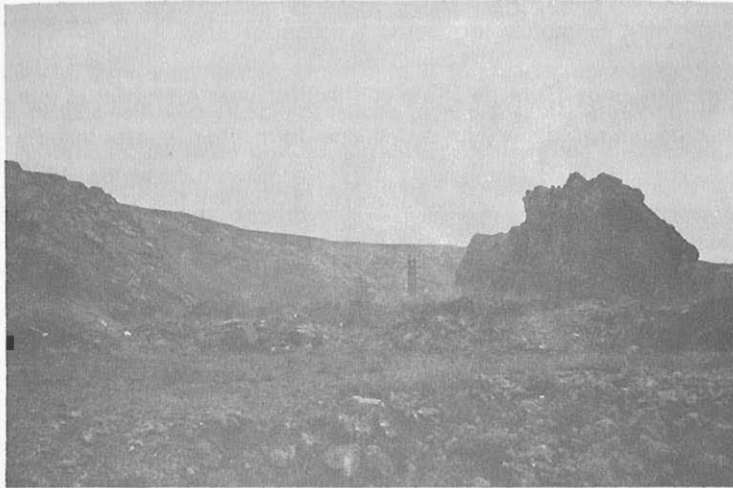


Foto 13.— Aspecto general de los materiales del grupo 222b en los cortes artificiales de la cantera para cementos de Mataporquera, (Cuadrante 108–3).

Estructura.— Al igual que el grupo anterior, bajo el cual se encuentran, presentan pliegamientos muy suaves con repliegues locales y fracturación y fisuración muy intensa. Los taludes naturales estables observados son de unos 60° como máximo, aunque generalmente el relieve es de perfil suave y ligeramente cóncavo.

Geotecnia.— Aun cuando no se han observado movimientos bruscos en los taludes artificiales tallados con inclinaciones superiores a 60° , éstos se degradan de forma ostensible produciendo frecuentes aterramientos de cunetas. El drenaje superficial es aceptable excepto en el área Fontecha—Morancas, donde aparecen superficies depresivas con encharcamientos temporales ya que el drenaje interno es deficiente. La capacidad portante es media a alta. Se trata de un conjunto ripable, al menos en los 5–6 m más externos; hacia abajo algunos bancos calcáreos pueden necesitar una preparación previa con pequeñas voladuras. No se considera canterable pero sus productos de excavación son buenos como material de préstamo.

CALIZAS Y MARGAS DE FOMBELLIDA (222a)

Litología.— Alternancia de margas gris oscuro de disyunción lenticular y dureza baja con calizas oscuras algo margosas de grano muy fino, dureza media, compactas, y fractura subconcoidea. Se presentan, en ambos casos, en capas regulares de 10 a 30 cm. Muestran un recubrimien-

to muy débil de limos arcillosos con cantos dispersos.

Estructura.— Como en los dos grupos anteriores, la formación presenta plegamientos muy suaves (buzamientos de 10 a 15°), con repliegues mayores en las proximidades de las grandes fracturas; la fisuración es muy intensa. Las pendientes naturales estables observadas son de 40° cuando el grupo forma parte de las laderas de las grandes sierras. En otros casos da origen a relieves de suaves colinas de perfil convexo.



Foto 14.— Talud natural y estratificación de las calizas y margas del grupo 222a. (Cuadrante 108-3).

Geotecnia.— Existen cortes de unos 10 m de altura con inclinaciones subverticales que se mantienen en equilibrio sin degradación apreciable y los pedraplenes formados con estos materiales



admiten taludes de 45°. El drenaje superficial es bueno en general; en profundidad descende pues las fisuras de las calizas pierden su eficacia al alcanzar los bancos margosos impermeables; estos últimos presentan ripabilidad baja en tanto que los calizos no son ripables.

Foto 15.— Detalle de los materiales del grupo 222a. (Cuadrante 83-3)

CALIZAS DE SANTIURDE DE REINOSA (221b)

Litología.— Calizas estratificadas en bancos de espesor variable entre 20–60 cm, oscuras, algo bituminosas, fétidas, duras, compactas y con tramos dolomíticos discontinuos de formación posterior a la deposición original de los materiales.

Estructura.— Al igual que las demás formaciones de la zona los plegamientos son poco acusados, aunque la fisuración es muy intensa. El paso hacia las calizas y margas superiores (222a) se hace de forma gradual por aumento del porcentaje del material arcilloso. Morfológicamente dan origen a cerros de aspecto redondeado pero con pendientes fuertes de forma que aún con perfiles convexos los taludes naturales alcanzan los 60–65° de inclinación.



CARNIOLAS Y DOLOMIAS DE FRESNO DEL RIO (221a)

Litología.— Está formado el grupo por dolomías microcristalinas con recristalizaciones espáticas, duras y compactas, alternando de forma irregular con carniolas gris parduzco, vacuolares. Los bancos calizos presentan potencias individuales de 20–40 cm integrándose en otros mayores de hasta 2 m, en tanto que las carniolas presentan una disposición masiva sin planos de estratificación apreciables y espesores de 4–5 m.

Estructura.— Al igual que los grupos anteriores el plegamiento es muy suave y se llega a sobrepasar difícilmente los 10–15° de buzamiento. En ocasiones y muy aisladamente puede haber repliegues locales que siempre son debidos a la incompetencia de las arcillas del Keuper sobre las que se asienta la formación. Sus perfiles son, en general, abruptos, con pendientes fuertes sobre todo en los contactos con el grupo 213 debido a las marcadas diferencias de comportamiento frente a la erosión de unos y otros materiales.

Geotecnia.— Se trata de una formación no ripable, con permeabilidad alta por fisuración. Se encuentra un nivel freático en el contacto de esta formación con las arcillas del Keuper infrayacente. Los taludes artificiales alcanzan los 70–80° sin grandes problemas de mantenimiento. Son materiales canterables de bajo índice de desgaste.

FACIES KEUPER DE LA SERNA (213)

Grupo descrito en la Zona 1.

OFITAS DE CERVATOS (210)

Grupo descrito en la Zona 1.

Geotecnia.— El grupo admite taludes de excavación subverticales aún con alturas superiores a 10 m, que una vez saneados no dan lugar a desprendimientos. La permeabilidad es alta por fisuración, no es ripable y sí canterable.

Foto 16.- Frente de explotación abierto en los materiales del grupo 221b donde se muestra su estratificación y el aumento de episodios margosos en la parte superior. (Cuadrante 83–4).



Foto 17.- Bancos de dolomías del grupo 221a. (Cuadrante 108–3).

3.2.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona

En esta zona la extensión aflorante de los distintos grupos calcáreos es muy semejante. Las areniscas y limolitas wealdenses carecen de significación apreciable, toda vez que se encuentran en un área reducida, cuya topografía la hace inadecuada para obras viales. Los materiales triásicos del valle del río Pisueña aparecen prácticamente cubiertos de suelos eluvio—coluviales por lo que conviene considerarlos dentro del grupo de materiales sueltos que, por otra parte, sólo adquiere significación en este valle y en el del río Pas.

La alternancia de margas y calizas del grupo 222b, puede producir, y de hecho produce, pequeños deslizamientos de laderas allí donde la pendiente topográfica o los taludes artificiales han cortado las capas con inclinación superior a la de la "cuesta estructural". Otro problema de menor importancia lo constituyen la aparición de dolinas y pequeños hundimientos kársticos tanto en el citado grupo como en el 222c, comentados en el área de Quintana—Castillo Pedroso.

Los suelos eluvio—coluviales del valle del río Pisueña, muestran ondulaciones superficiales y encharcamientos, huellas claras de deslizamientos y reptaciones del terreno empapado gran parte del año, debido a la alta pluviosidad del área y la impermeabilidad del infrayacente.

3.3 ZONA 3: SIERRAS DE CABUERNIGA Y DEL ESCUDO

3.3.1 Geomorfología y Tectónica

Se presenta la zona ocupando aproximadamente el 40 por ciento del tramo, en su parte central. La máxima altura está constituida por los 1491 m en el pico Ropero (S^a. de Cabuérniga) correspondiendo las zonas más deprimidas al fondo del valle del río Pas en Entrambasmestas, con 240 m.

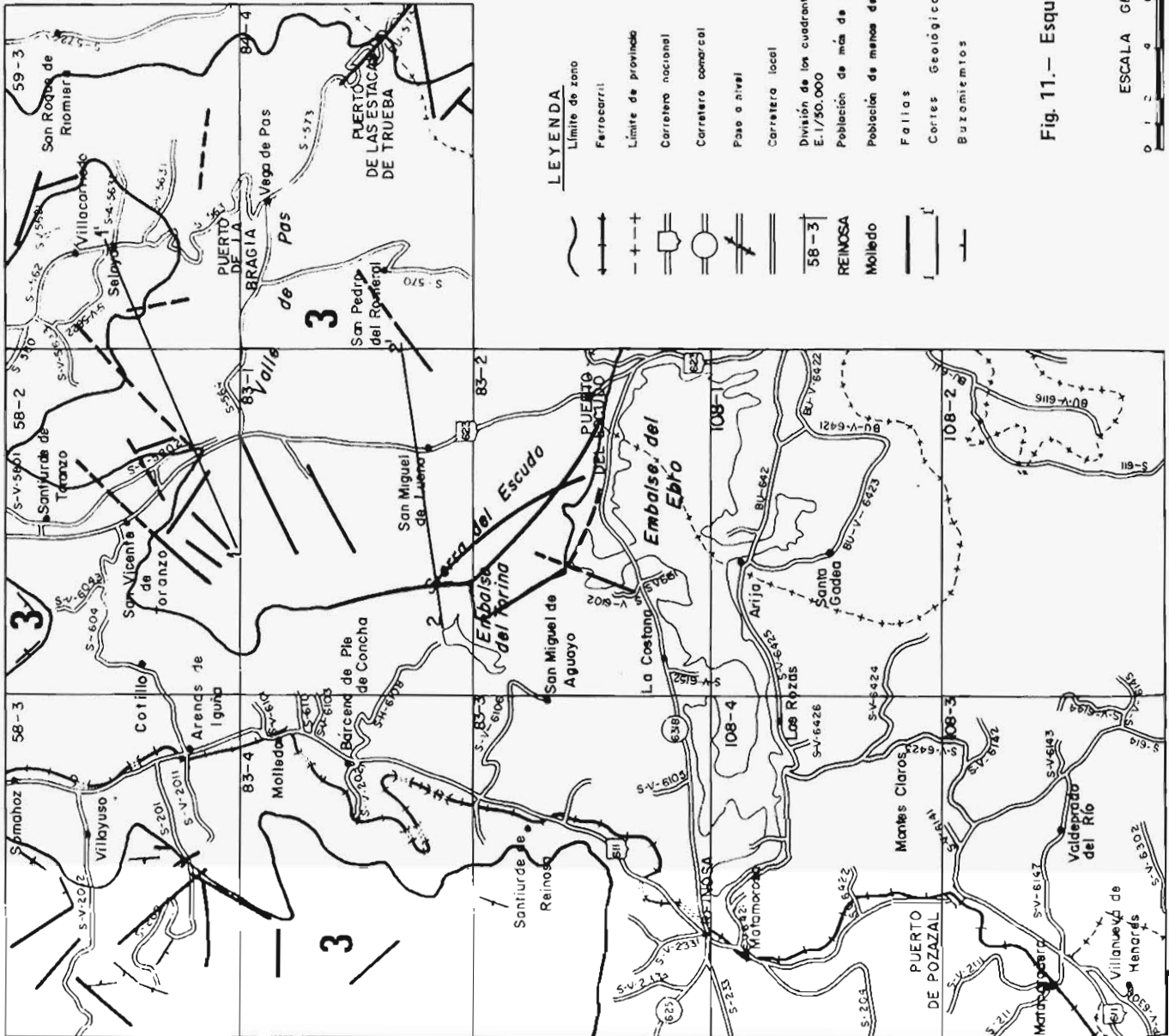
Dentro de la zona podemos establecer dos dominios claramente delimitados: La Sierra de Cabuérniga y la Sierra del Escudo, separadas entre sí por la zona 2.

La Sierra de Cabuérniga es una alineación montañosa, cuya línea de cumbres discurre en dirección N-S y que sirve de divisoria de aguas entre la cuenca del río Lodar (afluente del Saja) y la del río Besaya, con una serie de barrancos aproximadamente perpendiculares a la cadena y por los que no corre ningún curso fluvial de manera continua. Estos barrancos tienen laderas que pueden llegar a alcanzar pendientes de hasta 70° con desniveles de 500 m ó más entre el fondo y las cumbres. La única vía de acceso a la Subzona es la Carretera local S-202 que se encuentra en muy mal estado.

La Sierra del Escudo y el valle alto del río Pas tienen aproximadamente las mismas características que la anterior sierra, variando únicamente las direcciones estructurales. Los cursos fluviales más importantes son los ríos Pas y Pisueña, en sus zonas de cabecera, que discurren en dirección E-O y una serie de afluentes de dirección N-S (Arroyo de la Magdalena, río Erecia, río Aldano, río Barcelada, río Yera y arroyo del Pandillo). Los valles son muy encajados con desniveles de 300 a 400 m, entre el fondo y las cumbres de las laderas de los valles. Esta subzona está bastante mejor comunicada que la anterior, y cruzada por las carreteras S-563, SV-5631, S-573, S-570, N-623, SV-6031.

Litológicamente los materiales de la zona se pueden englobar en tres grupos claramente diferenciados: Materiales de la Facies Wealdense (231a), calizas jurásicas en S. Miguel de Luena y materiales del Cuaternario.

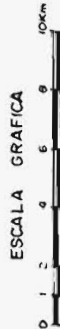
Los materiales de la Facies Wealdense están constituidos por una alternancia de areniscas silíceas y limolitas, rojas o negras según el grado de oxidación, con un claro predominio de las



LEYENDA

- Límite de zona
- Ferrocarriil
- - - Límite de provincia
- Carretero nacional
- Carretero comarcal
- Paso a nivel
- Carretero local
- 58-3 División de los cuadrantes de las hojas a E. 1/50.000
- REINOSA Población de más de 25.000 habitantes
- Mollede Población de menos de 25.000 habitantes
- Fallas
- Cortes Geológicos
- Buzamientos

Fig. 11.— Esquema estructural de la zona.



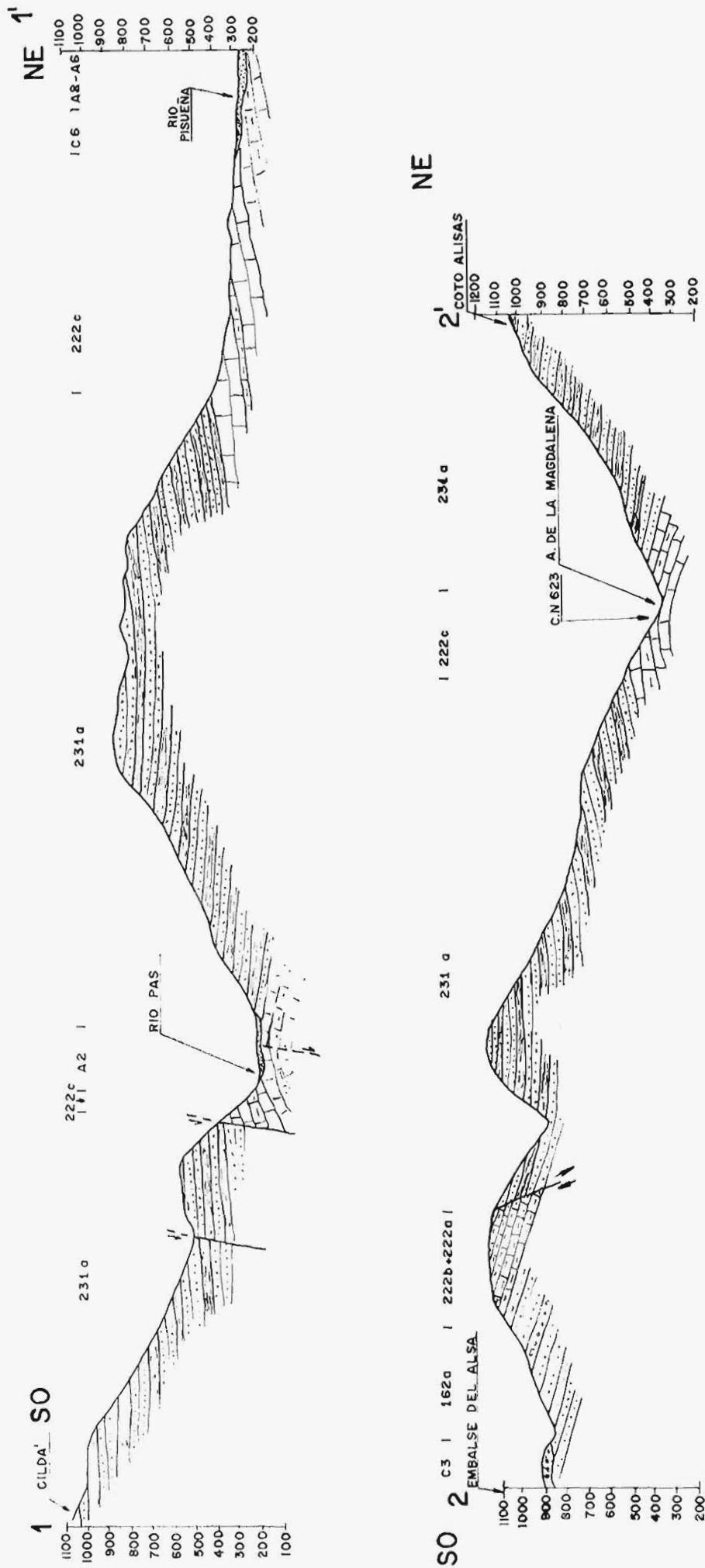
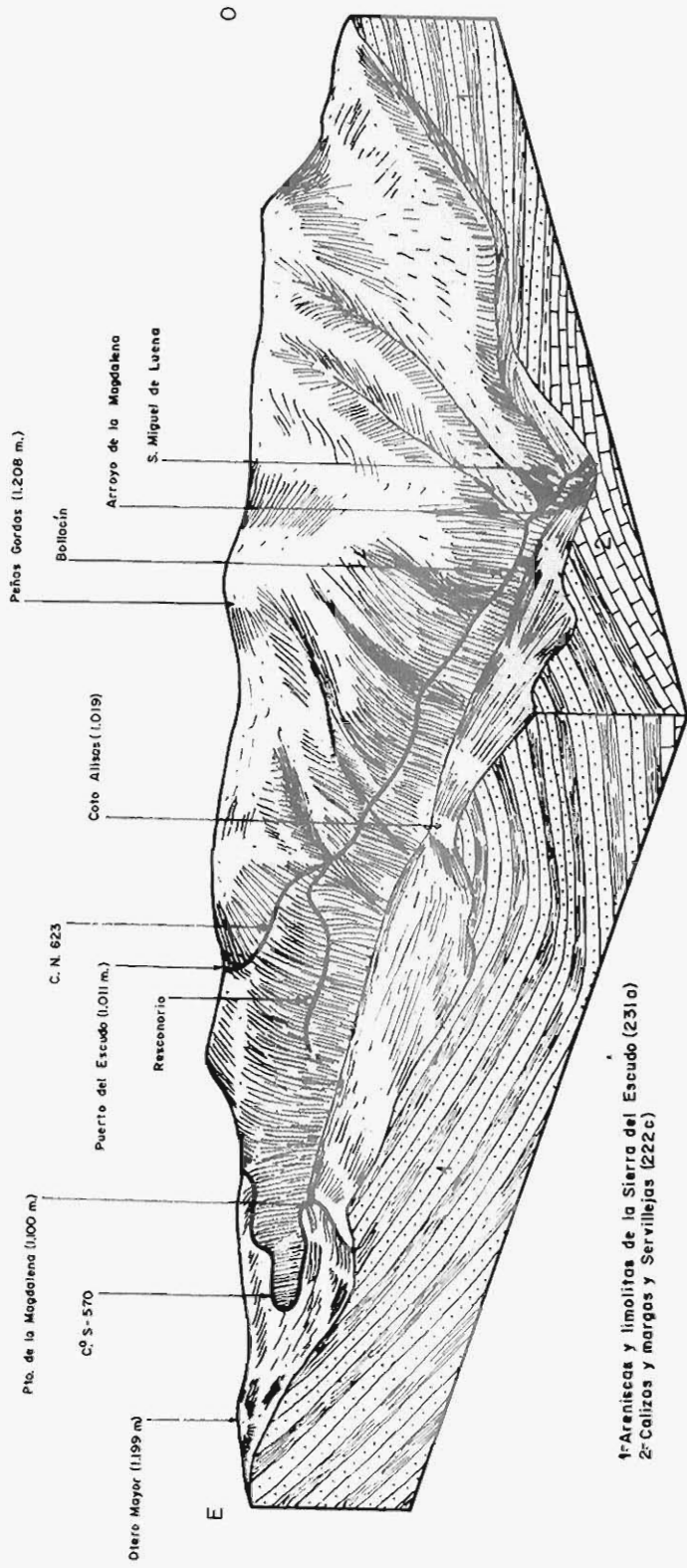


Fig. 12.— Cortes geológicos de la zona.



1- Areniscas y limolitas de la Sierra del Escudo (2310)
 2- Calizas y margas y Servillejas (222c)

Fig. 13.— Bloque diagrama geomorfológico de la zona.

primeras. En la base de la serie son más abundantes los niveles de limolitas negras de aspecto pizarreño.



Foto 18.— Cabecera del valle encajado del río Yera desde el Puerto de las Estacas de Trueba, (Cuadrante 84—4).



Foto 19.— Contraste entre la morfología alomada de los suelos sobre Wealdense del Puerto de la Bragufa en primer término, y los escarpes del Complejo Urganiano de Valnera, (Cuadrante 84—4)

Las calizas jurásicas de San Miguel de Luena constituyen en realidad un pequeño afloramiento puesto al descubierto por la erosión del arroyo de La Magdalena. Estructuralmente es una pequeña cúpula anticlinal sobre la que se disponen concordantemente los materiales de la Facies Wealdense.



Los materiales del Cuaternario quedan reducidos a los aluviales del fondo de los valles y los coluviales o eluvio-coluviales, generalmente erosionables y poco compactos, dispuestos, sobre los materiales del grupo 231a.

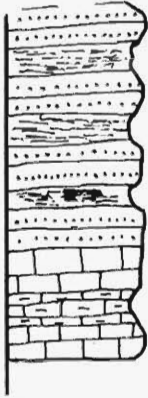
Estructuralmente los materiales de la zona se disponen formando una serie de pliegues de gran radio cuyas direcciones regionales están condicionadas por las directrices hercínicas del basamento, NO-SE, y por los empujes postpirenáticos que condicionan fundamentalmente las fracturas existentes en la zona, que generalmente son de escaso desplazamiento vertical.

Debido a las diferentes competencias de las areniscas y limolitas del grupo 231a, se producen plegamientos diferenciales de las mismas, siendo en las primeras muy frecuente encontrar por otra parte fracturas de distensión en los ejes de los pliegues. Estas fracturas tanto en anticlinales como en sinclinales favorecieron en un principio la erosión de los ríos, y es muy frecuente encontrar relieves invertidos.

3.3.2 Columna Estratigráfica

En la columna que a continuación se establece vienen señalados los distintos grupos geotécnicos definidos en esta zona.

COLUMNA LITOESTR.	REFERENCIA	DESCRIPCION	EDAD
	A2	Gravas sueltas (poligénicas) de 5 a 15 cm de diámetro; la mayoría de los cantos son de arenisca silícea; tienen porcentajes variables de arenas y/o limos.	Cuaternario
	C6	Finos limosos y/o arcillosos con cantos de arenisca silícea y/o caliza.	Cuaternario
	CV1	Arenas de grano fino y medio con matriz limo-arcillosa, cohesiva, plástica con cantos de arenisca. Los eluviales son arcillosos, cohesivos y plásticos; prácticamente carecen de elementos gruesos.	Cuaternario
	C4	Arenas silíceas de matriz limosa con cantos de arenisca silícea.	Cuaternario
	C3	Gravas de cantos de arenisca silícea, empastadas por arcillas y/o limos.	Cuaternario
	C2	Alternancia de gravas y arenas en proporciones más o menos semejantes	Cuaternario
	231 a (2.000)	Areniscas de grano silíceo en bancos gruesos, alternantes con limos arcillosos rojos; localmente incluyen capas lenticulares de conglomerado silíceo de cantos de cuarzo de diámetro pequeño.	Infracretácico



222 c
(60)

Alternancia de calizas gris-azulada microcristalinas, en bancos gruesos, con margas gris oscuro, plásticas, en bancos más finos.

Jurásico

3.3.3 Grupos Geotécnicos

ALUVIALES DEL RIO PAS Y EL ARROYO DE LA MAGDALENA (A2)

Litología.— Están constituidos por gravas sueltas de granulometría variable (generalmente los cantos oscilan entre 4 a 15 cm de diámetro); la gran mayoría de los cantos son de arenisca silíceosa del grupo 231a aunque ocasionalmente aparecen clastos calizos. Estas gravas incluyen localmente porcentajes variables de arenas silíceas y/o limos, pero siempre claramente minoritarios.

Estructura.— Son materiales sin ninguna estratificación, pero compactos y con espesores muy variables, desde 1–1,5 m en el arroyo de La Magdalena a 5–6 m en las áreas de acumulación en el río Pas. Son muy frecuentes los cambios laterales de composición a términos



Foto 20.— Gravas areniscosas (A-2) del río Pas. (Cuadrante 84–4).

más o menos arenosos y/o limosos. A medida que se avanza hacia las cabeceras de los ríos es mayor el tamaño de los cantos y menor el porcentaje de los finos.

Geotecnia.— Material fácilmente ripable, de capacidad portante media, con buen drenaje superficial y alta permeabilidad. Los taludes naturales que se han observado son muy tendidos (10–15°). Dada su naturaleza y escaso volumen no se considera al grupo como yacimiento granular explotable.

COLUVIALES DE SAN MIGUEL DE LUENA (C6)

Litología.— Están constituidos por limos y/o arcillas, en ocasiones algo arenosas, con cantos de hasta 30 cm dispersos en la masa o concentrados en lentejones, pero siempre claramente deficitarios frente a los finos. Los cantos son de naturaleza silíceas procedentes del grupo 231a, en su mayoría, y algunos de caliza del 222c. La potencia total es muy variable, con zonas de concentración locales, aunque por término medio no supera los 3 m.



Foto 21.— Detalle de los materiales coluviales de San Miguel de Luena (C6). (Cuadrante 83-1).

Estructura.— No se aprecia ninguna orientación en la disposición de los cantos, aunque sí se puede observar que son más abundantes en las partes bajas de los coluviones. Las pendientes naturales observadas son de 30–40°, según la situación de estos materiales respecto a los infrayacentes.

Geotecnia.— Materiales de ripabilidad alta,

de baja capacidad portante, con drenaje superficial aceptable, que soportan taludes artificiales estables de 60° en los que se produce una posterior degradación lenta cuando quedan apoyados sobre los pequeños resaltes de las areniscas, pero que son totalmente inestables cuando quedan paralelos al buzamiento de las capas. Son poco adecuados como material de préstamo.

COLUVIALES DE SEL DE LA CARRERA (C4)

Litología.— Son coluviones constituidos fundamentalmente por arenas silíceas de matriz limo—arenosa con cantos de arenisca cuarcítica algo micácea diseminados en la masa. El tamaño de estos cantos es muy variable (1 a 30 cm) encontrándose en ocasiones bloques de hasta 70–80 cm en puntos muy particulares.

Estructura.— Se disponen estos materiales directamente sobre las areniscas y limolitas del grupo 231a. En los cortes observados no se ha visto ningún tipo de estructura, forman cantos, arenas y matriz una masa caótica de 3–4 m de espesor, que suaviza notablemente la topografía de las areniscas sobre las que se apoyan.

Geotecnia.— Son materiales fácilmente ripables, de capacidad portante media, y poco permeables. Soportan taludes artificiales de 60–70° que se degradan fácilmente. Como préstamos se consideran tolerables.



Foto 22.— Cantos y bloques de arenisca dispersos en la masa limosa de los coluviones de Sel de la Carrera. (Cuadrante 83—1).

SUELOS ELUVIO—COLUVIALES DE LA CRUZ DEL MARQUES (CV—1)

Litología.— Es prácticamente imposible separar en algunos puntos de la zona los materiales que pertenecen a los suelos alóctonos (coluviones), de los que permanecen "in situ" (eluviones)



Foto 23.— Deslizamientos de los suelos eluvio—coluviales de la Cruz del Marqués. (Cuadrante 83—1).

dado que los primeros se encuentran en movimiento activo mediante los múltiples deslizamientos detectados. Los coluviones están compuestos por una masa arenosa de grano medio y fino y naturaleza silícea empastada por una matriz limo—arcillosa cohesiva y plástica; en algunos puntos incluyen clastos de arenisca y cantillos cuarzosos siempre en proporción minoritaria. Los eluviales son fundamentalmente arcillosos, de tonos ocre y grises, cohesivos y

bastante plásticos, careciendo prácticamente de elementos gruesos.

Estructura.— La masa coluvial presenta un aspecto caótico con sus materiales mezclados en proporciones muy variables, incluso entre puntos próximos. Los eluviales muestran una mayor regularidad. En ambos casos las potencias son muy variables. Morfológicamente cubren las zonas

medias de laderas fuertemente inclinadas, ocupando en general los barrancos afluentes al cauce principal y mostrando en superficie huellas de deslizamientos con las típicas lupias.

Geotecnia.— Los deslizamientos en este grupo son frecuentes, aún cuando sus taludes naturales no sobrepasan generalmente los 35° de inclinación, por lo que conviene no modificarlos o en caso necesario mejorar el drenaje profundo para aumentar la resistencia al corte. El material es ripable y no se considera recomendable su empleo como préstamo.

COLUVIALES DEL PUERTO DE LA BRAGUIA (C3)

Litología.— Coluviales constituídos esencialmente por gravas de cantos de arenisca del grupo 231a empastadas por arcillas y/o limos siempre minoritarios frente a los materiales de granulometría grosera,

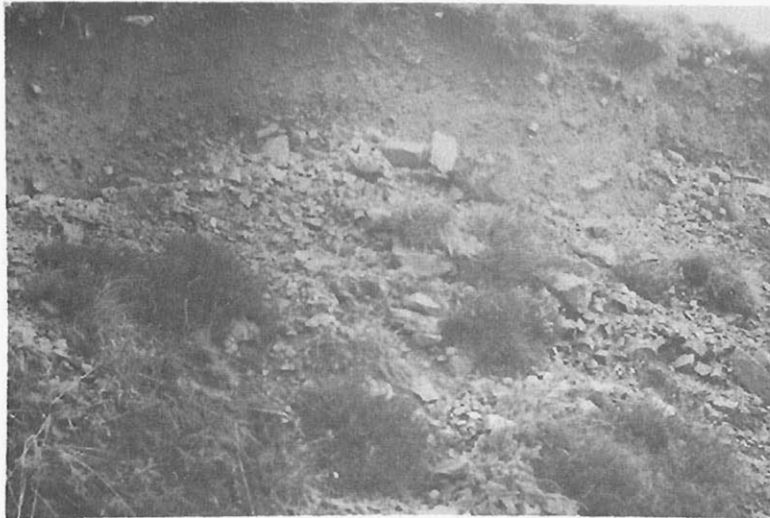


Foto 24.— Coluviones del Puerto de La Bragufa, aspecto en corte y derrubios superficiales. (Cuadrante 84-4).

Estructura.— No aparece ningún tipo de orientación ni en los cantos ni en la matriz. Las pendientes naturales son de $40-45^{\circ}$ y suavizan la parte media y baja de las vertientes, recubriendo a los materiales de Facies Wealdense.

Geotecnia.— Los taludes artificiales cortados con inclinación de 60° sufren una degradación rápida con aterramiento de cunetas, por lo que no conviene sobrepasar los 45° de pendiente. El drenaje interno es deficiente y la capacidad portante media; es material ripable y aceptable como material de préstamo.

COLUVIALES DE SAN PEDRO DEL ROMERAL, VILLASUSO DE CIEZA Y LOS LLARES (C2)

Litología.— Están constituídos estos materiales por una alternancia bastante irregular de gravas y arenas en proporciones análogas. En algunos puntos muy localizados pueden encontrarse proporciones variables de limos en la matriz, pero siempre claramente minoritarios frente a los otros dos componentes.

Estructura.— Presentan indicios de estratificación con niveles en los que se concentran preferentemente las gravas, aunque son muy frecuentes los cambios laterales en las proporciones

relativas de unos componentes frente a otros. Su mayor espesor observado es de 4–5 m; reposan siempre sobre materiales del grupo 231a.

Geotecnia.— Material fácilmente ripable, de capacidad portante media, que pueden presentar problemas de permeabilidad en las zonas donde aparecen limos. Los taludes artificiales tallados a 60° sufren una degradación apreciable, pero sin deslizamientos observados. Como material de préstamo se considera tolerable.

ARENISCAS Y LIMOLITAS DE LA SIERRA DEL ESCUDO (231a)

Litología.— Está formado este grupo por una alternancia de: 1) areniscas en bancos de 0,8 a 1 m de potencia, a veces reunidos en grupos de dos o tres; son de grano silíceo, redondeado cuyo tamaño varía entre 0,1 y 1,5 mm, matriz areno-limosa sin cemento apreciable; la compactidad es muy variable, oscilando entre areniscas duras y arenas prácticamente sueltas; y 2) limolitas rojas algo arcillosas, cohesivas y plásticas, en general masivas, aunque localmente pueden verse



Foto 25.— Aspecto superficial del grupo 231a en el valle de Ciera. (Cuadrante 58-3)

planos de estratificación más o menos contínuos; las potencias individuales de los bancos osculan entre 0,6 y 3 m. Localmente, y tanto más frecuentes cuando más al Norte, se encuentran otros niveles de limos arcillosos, de color negro a ocre oscuro, según el grado de oxidación, de plasticidad media, generalmente masivos, aunque en ocasiones aparezcan con aspecto pizarreño. Estos últimos niveles limolíticos son más abundantes en la parte inferior de la serie detrítica donde en ocasiones pueden aparecer como bancos de hasta 3–4 m de potencia.

Estructura.— Presenta esta formación, en la zona, espesores próximos a los 2000 m. Las potencias parciales de los tramos areniscos y limolíticos son muy variables y sólo es posible considerar una mayoría relativa de las areniscas en los tramos medios de la serie, sobre los que se sitúa una zona de preponderancia de finos; en la parte baja del conjunto los porcentajes aparecen bastante equilibrados. Por otra parte, y dado el origen puramente detrítico del conjunto, los cambios laterales de granulometría son frecuentes, así como los de compactidad, presentando un mismo banco características distintas según los lugares, aunque este cambio siempre se efectúa de forma gradual. El conjunto se encuentra plegado con inclinaciones suaves de los flancos donde

difícilmente los buzamientos sobrepasan los 15–20°; las direcciones de los ejes varían entre N–S ó NO–SE. Ello se debe a que la directriz armoricana (NO–SE) influida por el basamento paleozoico se vió interrumpida por el plegamiento alpídico responsable del anticlinal del valle del Besaya, de dirección N–S y de la pequeña cúpula de San Miguel de Luena, prácticamente equidimensional.



Foto 26.— Talud artificial excavado en las areniscas y limolitas del Puerto del Escudo, (Cuadrante 58–3).

Topográficamente presenta barrancos muy encajados con laderas que fácilmente tienen pendientes naturales de 60–70°, pero cuyas cumbres son redondeadas y con perfil suavemente convexo.

Geotecnia

.— Los bancos limolíticos rojos se alteran muy fácilmente por lo que

en las áreas donde predominan, se producen frecuentes deslizamientos en los que arrastran las capas de arenisca intercaladas, siempre que su espesor no sea superior a 0,5 m. Este problema de inestabilidad se agudiza en las laderas cuya inclinación coincida con la cuesta estructural sobre todo en las que la pendiente topográfica (natural o artificial) sea superior al buzamiento; en estos casos y una vez originado el fenómeno es muy difícil fijar las laderas. Por lo que antecede no puede darse una regla única para la inclinación de los taludes de excavación artificial, toda vez que las areniscas admiten hasta 65° allí donde son mayoritarias, mientras que las limolitas no deben sobrepasar los 30°. El drenaje superficial es aceptable en general, pero el conjunto es poco permeable por lo que el drenaje profundo es francamente malo; de todas formas pueden existir niveles acuíferos confinados en los bancos potentes de areniscas. En la capa alterada superficial el conjunto es ripable y también lo son las limolitas en profundidad; no así las areniscas. El material no es canterable, aunque sus productos de excavación pueden ser útiles como préstamo, aunque sean de difícil compactación.

CALIZAS Y MARGAS DE SERVILLEJAS (222c)

Grupo descrito en Zona 2.

3.3.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona.

Son sin duda los deslizamientos de ladera, los problemas principales que presentan tanto la Facies Wealdense como los suelos dispuestos sobre ella. Son más frecuentes al Norte del vértice de la Cruz del Marqués y en la cabecera del valle del arroyo de La Magdalena, pero ello se debe a que en estos

lugares junto con la naturaleza de los materiales, que permite niveles freáticos colgados, actúa una estructura de buzamientos coincidentes con las vertientes topográficas. Sin embargo en toda la zona, allí donde la pendiente es medianamente fuerte, se producen deslizamientos de los niveles limolíticos.

Los suelos coluviales son de capacidad portante media a baja, salvo los situados en el fondo de los valles. Todos ellos son ripables, así como las limolitas wealdenses, pero no lo son los grandes bancos de areniscas.

3.4 ZONA 4: VALLE DEL RÍO MIERA

3.4.1 Geomorfología y Tectónica

Se presenta la zona como una banda alargada, de dirección N–S en el extremo Noreste del tramo. Las diferencias de cotas existentes dentro de ella hacen que sea la zona con relieve más abrupto yendo éstas desde los 1507 m del Nevero del Polluelo en el extremo Sur de la zona, a los 320 m del fondo del valle del río Miera en su extremo Norte.

Dentro de la zona podemos establecer tres dominios claramente definidos por su cartografía: el valle del río Miera (Cuadrante 59–3), la subzona del valle del río Trueba y la subzona formada por las cabeceras de los valles del río Pas y del río Yera.

El valle del río Miera es un profundo surco, muy encajado, con más de 600 m de desnivel entre el fondo y las partes altas de las laderas, en el que las diferentes inclinaciones de los escarpes vienen únicamente condicionadas por las diferencias litológicas entre los grupos geotécnicos, 231d' (calizas pararecífales) y 231d (calizas y areniscas silíceas). Existen en este valle unos aludes de piedras muy importantes que tienden a suavizar las pendientes naturales al pie de las laderas del mismo. Estos desprendimientos de rocas se ven muy favorecidos por la gran cantidad de fracturas existentes en los materiales de la zona.

El valle del río Trueba, aún teniendo la misma litología que el anterior, tiene una morfología francamente distinta. Está situada esta subzona al Sureste de la línea de cumbres de la Cordillera Cantábrica. Se puede considerar constituida fundamentalmente por el amplio valle del río Trueba en su cabecera, flanqueado por una serie de elevaciones de poca altura sobre el fondo del valle y cuyas laderas quedan muy suavizadas por los coluviales depositados en ellas. Hay que destacar que aparecen en esta subzona multitud de surgencias de agua que dan lugar al nacimiento del citado río.

La subzona formada por las cabeceras de los valles del río Pas y del río Yera, presenta también la misma litología, pero tiene un relieve mucho más abrupto que cualquiera de las dos anteriores; está constituida por una serie de escarpes situados al Noreste de la línea de cumbres, que llegan a tener más de 1000 m de desnivel con pendientes subverticales (70–80°). (Véase foto 18 en Zona 3).

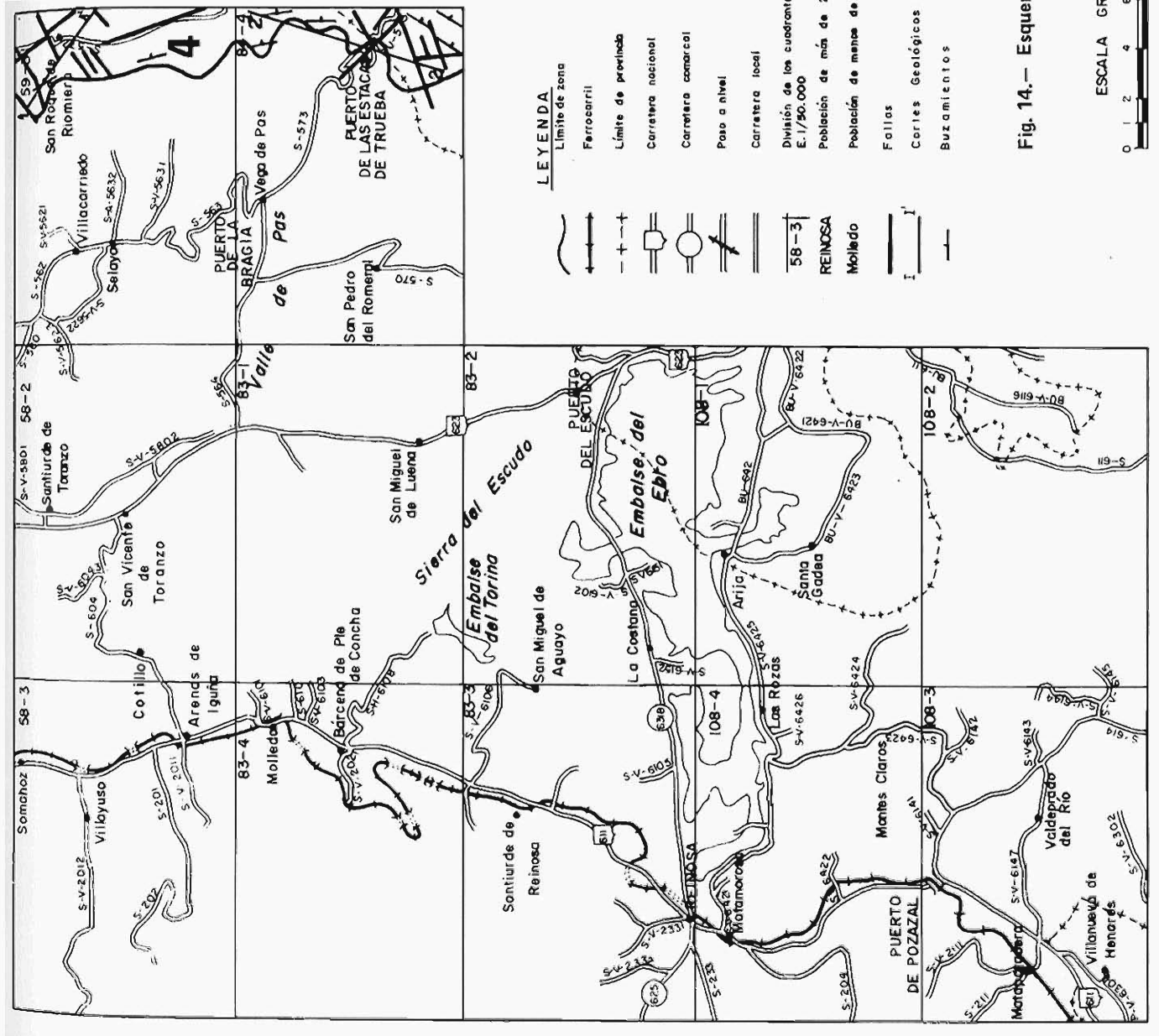


Fig. 14.— Esquema estructural de la zona.

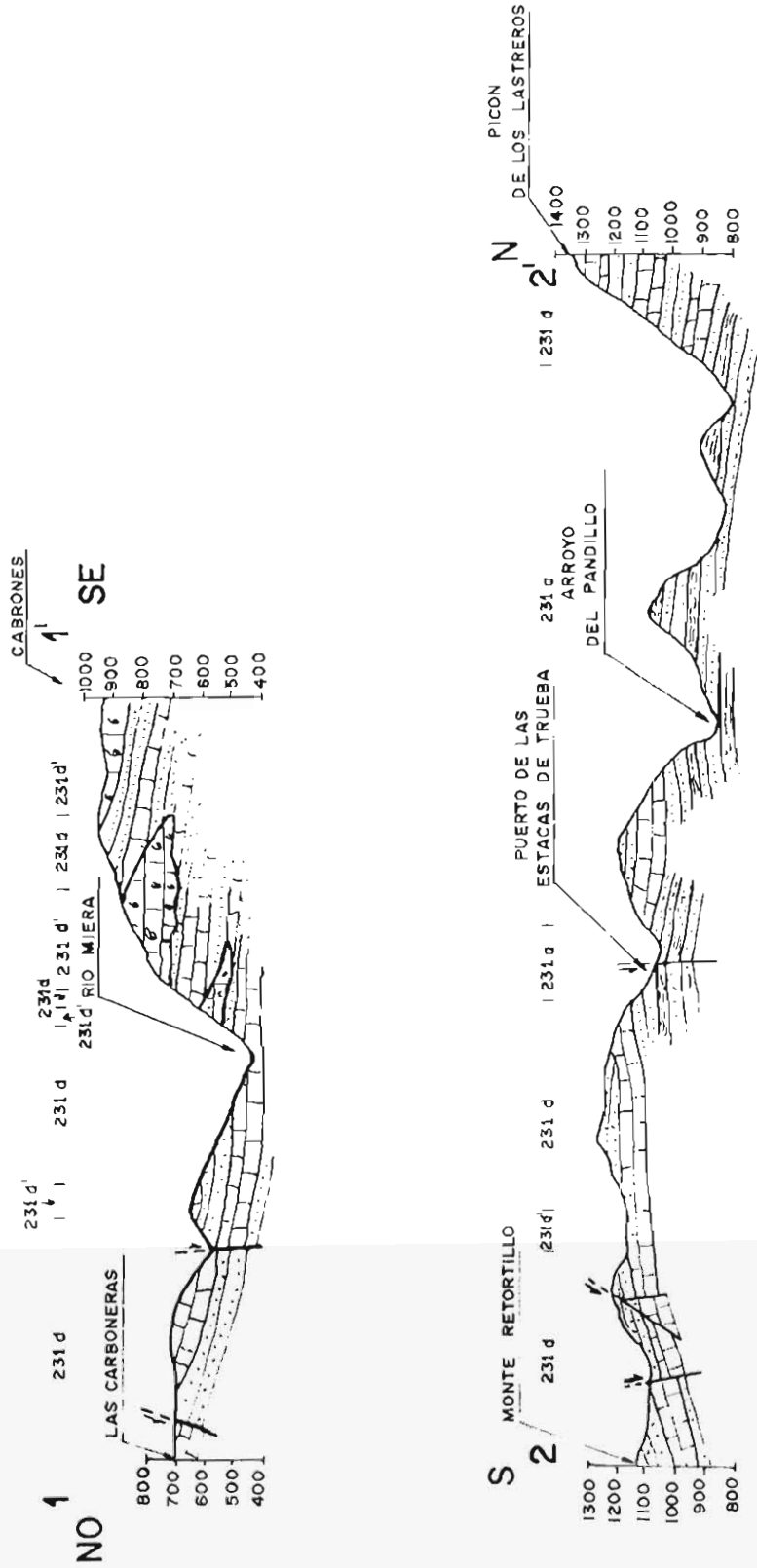
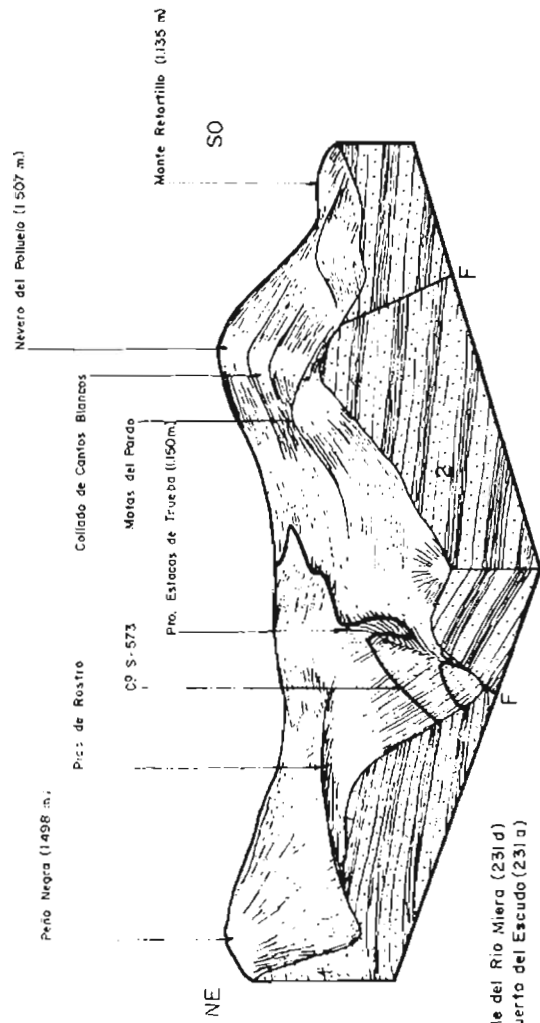


Fig. 15.— Cortes geológicos de la zona.



1- Areniscas y calizas del Valle del Rio Miera (231d)
 2- Areniscas y alcuritos del Puerto del Escudo (231a)
 F- Falla

Fig. 16.- Bloque diagrama geomorfológico de la zona.

Litológicamente los materiales de la zona se pueden englobar en tres grupos bien diferenciados: Complejo Urgoniano, Complejo Supraurgoniano y materiales del Cuaternario.



Foto 27.— Puerto de las Estacas de Trueba, vertiente Sur. (Cuadrante 84—4).

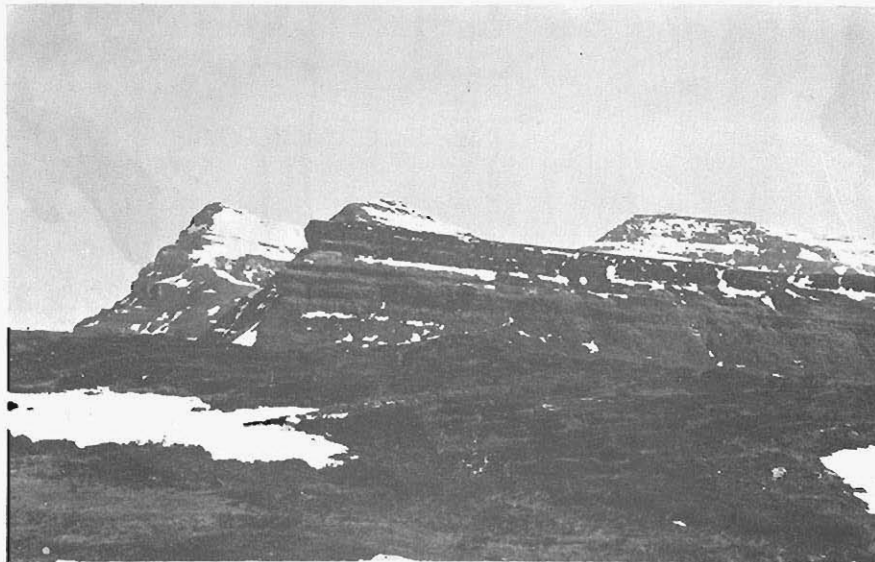


Foto 28.— Formas de relieve escarpado de las calizas pararrécifales del Complejo Urgoniano. (Cuadrante 59—3).

El complejo Urgoniano constituye más del 90 por ciento de la zona y engloba los dos grupos geotécnicos 231d (calizas y areniscas) y 231d' (calizas pararrécifales) íntimamente imbricados uno con otro. El Complejo Supraurgoniano aparece únicamente en el extremo Sureste de la zona, y está constituido (dentro de esta zona) por una alternancia de arenas y areniscas poco compactas que podrían considerarse como un tránsito entre la facies Urgoniana y la facies Utrillas; está siempre en contacto normal sobre el Complejo Urgoniano.

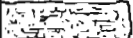
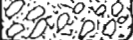
Los materiales del Cuaternario quedan reducidos a los coluviales de las laderas de los valles de los ríos Trueba y Miera. En el valle del río Trueba los coluviales están constituidos por materiales finos (arenas y limos) que ocasionalmente incluyen gravas calcáreas y que generalmente suavizan los perfiles del valle. En el valle del río Miera los coluviales están constituidos por gravas y bloques empastados generalmente por limos arenosos en proporciones muy variables, los cuales son siempre claramente minoritarios frente a los materiales groseros.

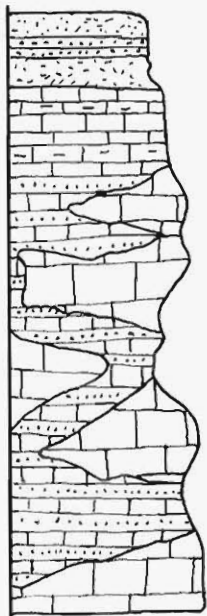
Mientras que la morfología tiene generalmente poca diversidad en la zona, la tectónica es bastante compleja. Al producirse en el Aptense algunos movimientos de la fase Austrica de la Orogenia Alpídica, provocaron la aparición de surcos de fondo, que han localizado la presencia de los grandes "Edificios Urganianos", dispuestos ya de una forma paraconcordante sobre los materiales de la facies Weáldica. Al actuar las sucesivas fases de la Orogenia Alpídica sobre los materiales del Complejo Urganiano los dos grupos geotécnicos que hemos considerado van a tener un comportamiento análogo frente a los esfuerzos tectónicos: las grandes masas lenticulares de calizas pararrecifales reaccionan como cuerpos rígidos ante los empujes, y responden a ellos con una fracturación muy intensa, que condiciona también, en cierto modo, la respuesta a los mismos esfuerzos de los bancos de calizas y areniscas de la formación Urganiana cuyo espaciado entre diaclasas, sin embargo, es mayor.

Estructuralmente los materiales de la zona se disponen como una serie monoclinal buzando hacia el E, y los únicos cambios observados en las direcciones de los buzamientos son debidos a las fracturas existentes en la zona.

3.4.2 Columna Estratigráfica

En la columna que a continuación se establece vienen señalados los distintos grupos geotécnicos definidos en esta zona.

COLUMNA LITOESTR.	REFERENCIA	DESCRIPCION	EDAD
	C5	Arenas, limos y arcillas en proporciones análogas	Cuaternario
	C3	Gravas calcáreas a veces con grandes bloques, compactadas por arcillas, arenas o limos en proporciones variables.	Cuaternario



231f (120)	Alternancia de arenas y areniscas amarillentas, de grano silíceo y granulometría variable, sin aumento en las areniscas, localmente incluyen niveles de arcillas.	Cretácico
231d (1.000)	Alternancia de calizas de grano fino, en bancos de hasta 1 m de potencia, con areniscas silíceas muy compactas. En la parte alta aparecen niveles margosos y se hacen menos abundantes las areniscas.	Cretácico
231d' (2-200)	Calizas pararecificales en lentejones de gran potencia (hasta 160 m), muy porosas y karstificadas.	Cretácico

3.4.3 Grupos Geotécnicos

COLUVIALES DEL VALLE DEL RIO TRUEBA (C5)

Litología.— Están constituidos por arenas, limos y arcillas en proporciones variables de unos puntos a otros; es raro encontrar en esta formación cantos de los materiales que flanquean el grupo. Su espesor visible en algunos cortes es de 3—4 m. Presentan en toda su extensión recubrimientos de suelo vegetal de hasta 50 cm de espesor.

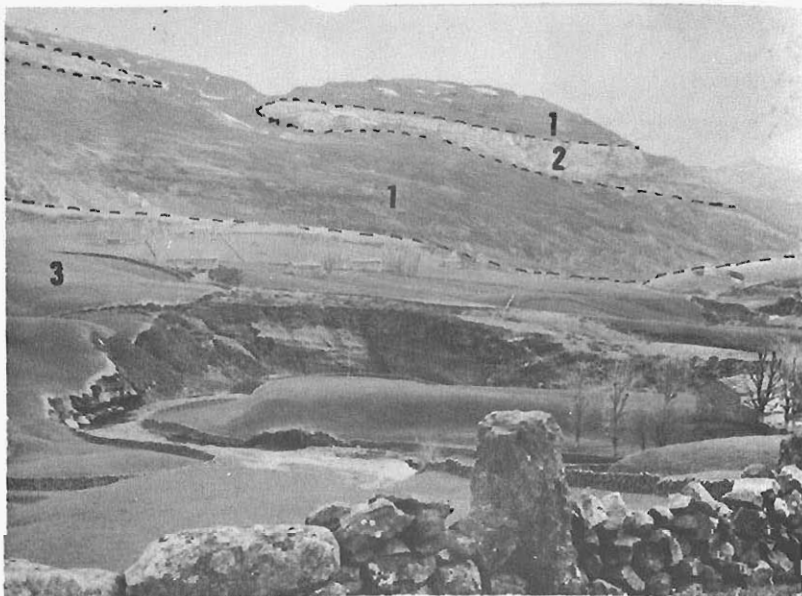


Foto 29.— Cabeceira del valle del río Trueba. 1) Calizas y areniscas del grupo 231d, 2) Calizas pararecificales del grupo 231d', 3) Suelos coluviales del fondo del valle, (Cuadrante B4-4).

Estructura.— Presentan los materiales una ligera estratificación y son poco compactos. Dan una morfología suave, adaptándose generalmente a los materiales del Complejo Urgoniano sobre el que se apoyan.

Geotecnia.— Son materiales ripables, de buena capacidad portante, buen drenaje superficial y permeabilidad media. Los taludes artificiales pueden alcanzar los 70° de inclinación con ligeras degradaciones posteriores.

COLUVIALES DEL VALLE DEL RIO MIERA (C3)

Litología.— Son materiales constituídos esencialmente por gravas y bloques calcáreos y/o areniscosos que ocasionalmente aparecen empastados por limos arenosos en proporciones variables, pero siempre claramente minoritarios frente a los materiales groseros. En la mayoría de las ocasiones están originados por desprendimientos en los escarpes de las calizas pararecificales del grupo 231d'.

Estructura.— Constituyen estos materiales unas masas caóticas sin ningún tipo de estructura. Sus espesores máximos no superan nunca los 5 m de potencia y generalmente se encuentran sobre pendientes muy abruptas de la roca madre.



Foto 30.— Coluviones del valle del río Miera, aspecto superficial. (Cuadrante 59—3).



Foto 31.— Coluviales del valle del río Miera, detalle. (Cuadrante 59—3)

Geotecnia.— Es un material fácilmente ripable, poco compacto, de baja capacidad portante y muy permeable. Los taludes artificiales tallados en ellos son muy variables, según la cantidad de limos, pero difícilmente soportan más de 40°, pues se producen numerosos desprendimientos.

ARENAS Y ARENISCAS DEL NEVERO DEL POLLUELO (231f)

Litología.— Estos materiales del Complejo Supraurgoniano están constituídos por una alternancia de arenas y areniscas amarillentas de grano silíceo y bastante micáceas, con granulo-

metría muy variable de unos puntos a otros. No presentan ningún tipo de cemento en los niveles areniscos, sino únicamente matriz de naturaleza silíceo. Se puede considerar este grupo como una transición del Complejo Urgoniano a la facies Utrillas.

Estructura.— Aparece la formación reposando sobre los materiales del Complejo Urgoniano (231d, 231d') y de la facies Wealdense (231a). Dentro de la zona se muestra como una serie monoclinas con buzamiento aproximado de 30° hacia el SE. Morfológicamente constituyen el alto del Nevero del Polluelo de perfil convexo y pendiente suave.

Geotecnia.— Los taludes naturales presentan una inclinación de 30–35° y en las posibles excavaciones conviene no sobrepasar los 45° debido a la erosionabilidad del grupo. El drenaje superficial es bueno y la permeabilidad aceptable. Son materiales de ripabilidad media a alta, no susceptibles de aprovechamiento.

ARENISCAS Y CALIZAS DEL VALLE DEL RIO MIERA (231d)

Litología.— Constituye la formación una alternancia irregular de areniscas y calizas. Las areniscas son de grano silíceo medio y matriz así mismo silíceo, no presentan ningún tipo de cemento, son compactas y de dureza media–alta. Las calizas son detríticas, de grano fino a medio y nodulosas. En ambos casos se disponen en bancos de 60–80 cm.

Estructura.— Aparece la formación como una serie monoclinas, dentro de la zona, con buzamientos de 15 a 20° en dirección E–O, con una fracturación muy intensa. Las pendientes naturales en los valles son de 60 a 70° y si la estructura es favorable, estas pendientes pueden ser subverticales.

Geotecnia.— Se trata de un conjunto de materiales no ripables con buen drenaje y permeabilidad alta por fisuración. Los taludes artificiales se pueden tallar subverticales, pero es muy frecuente que se produzcan desprendimientos de bloques. Los materiales calizos son canterables, pero su aprovechamiento es muy dificultoso por las condiciones topográficas.

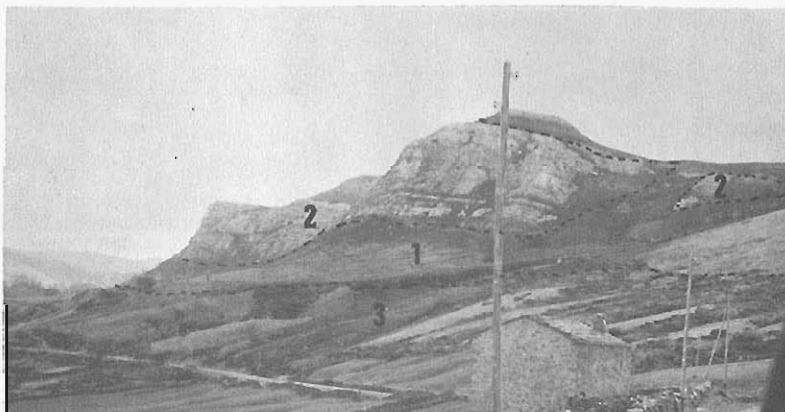


Foto 32.— Materiales del Complejo Urgoniano. 1) Calizas y areniscas del valle del río Miera (grupo 231d), 2) Calizas del Collado de Cantos Blancos (grupo 231d'), 3) Suelos coluviales. (Cuadrante 84–4).

CALIZAS DEL COLLADO DE CANTOS BLANCOS (231d')

Litología.— Está constituido este grupo por las calizas que hemos dado en llamar pararrecifales ya que es prácticamente imposible diferenciar dentro de ellas biostromos y biohermos. Son calizas fosilíferas de grano fino, duras y compactas, aunque soportan un karst ampliamente desarrollado.

Estructura.— Aparecen estos materiales en lentejones discontinuos que en ocasiones pueden llegar a tener 600 m de potencia, pero generalmente con poco desarrollo lateral. Sus pendientes naturales son casi siempre verticales, aunque las cumbres presentan amplio desarrollo y perfiles suavemente convexos.

Geotecnia.— Son materiales no ripables, y muy karstificados por lo que tienen buena permeabilidad. Tanto los taludes naturales como los artificiales se encuentran subverticales pero en ellos son frecuentes los desprendimientos de bloques en las áreas fracturadas. En la base del grupo se sitúa generalmente un nivel freático que es origen de numerosas surgencias de caudal considerable.

3.4.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona

Dada la escasa extensión y situación topográfica del grupo 231e, su incidencia sobre las obras viales es nula, y por tanto sólo merecen considerarse los dos tramos calcáreos. En ambos la mayor dificultad se cifra en los frecuentes desprendimientos de bloques, detectados en las laderas del valle del río Miera. Otros problemas secundarios los constituyen las zonas kársticas, posible causa de hundimientos, y la inestabilidad de algunos coluviales, sobre todo los situados a media ladera.

Aunque no sea realmente un problema geotécnico conviene considerar la morfología de la zona cuyos pasos por el Portillo de Lunada de 1400 m de altura o por el Puerto de las Estacas de Trueva 1135 m, presenta problemas de nieve 4 ó 5 meses al año.

3.5 ZONA 5: ALOMACIONES DE VALDEOLEA—ENMEDIO

3.5.1 Geomorfología y Tectónica

Comprende esta zona el borde occidental del tramo en su mitad Sur, extendiéndose a uno y otro lado de la carretera Palencia—Santander (N—611). Así mismo ocupa los márgenes septentrional y oriental del Embalse del Ebro.

Además de la carretera citada, cruzan la zona la carretera N—623 de Burgos a Santander, carretera C—625 de Reinosa a Cabezón de la Sal, carretera C—6318 de Reinosa a Bilbao y diversas carreteras provinciales. Algunas de ellas como la S—614 soportan un tráfico relativamente intenso.

Los datos anteriores ya presuponen una morfología notablemente menos quebrada que la de las zonas restantes aunque desde luego se presentan dificultades, sobre todo en las inmediaciones del Puerto de Pozazal.

Las cotas extremas corresponden a los 1330 m de la Sierra del Bardal, situada entre Olea y Villaescusa y los 385 m, nivel de las aguas del Embalse del Ebro.

Conviene diferenciar en la zona dos subzonas claramente definidas por sus características morfológicas. La primera comprende las tierras bajas que rodean a Reinosa junto con los bordes del embalse y la segunda se extiende desde el paralelo de Villaescusa hacia el Sur.

Los alrededores de Reinosa, así como la ciudad misma, se asientan sobre la llanura prácticamente horizontal que constituyen los aluviones y terrazas de los ríos Ebro, Hija y Izarilla. Estos materiales cuaternarios rellenan con potencias muy variables (de 0,5 a 6 m) una cubeta de erosión labrada sobre los materiales de Facies Keuper, los cuales afloran en diversos puntos, principalmente en los bordes Norte y Sur del área. En el centro de la llanura surgen algunos peñones aislados de calizas liásicas. Hacia el borde occidental otras alineaciones calcáreas dirigidas de E a O separan los valles de los tres ríos citados y aunque sus desniveles no son acusados, las laderas son abruptas como corresponde a sus contactos con las arcillas triásicas en forma de fracturas longitudinales.

Otras pequeñas lomas que apenas destacan sobre la llanura se sitúan entre Fresno de Río y Salces. Su importancia radica en ser los únicos afloramientos del Muschelkalk dentro del tramo, y cuyos ejes de plegamiento dirigidos de NNE a SSO se presentan como discordantes con los

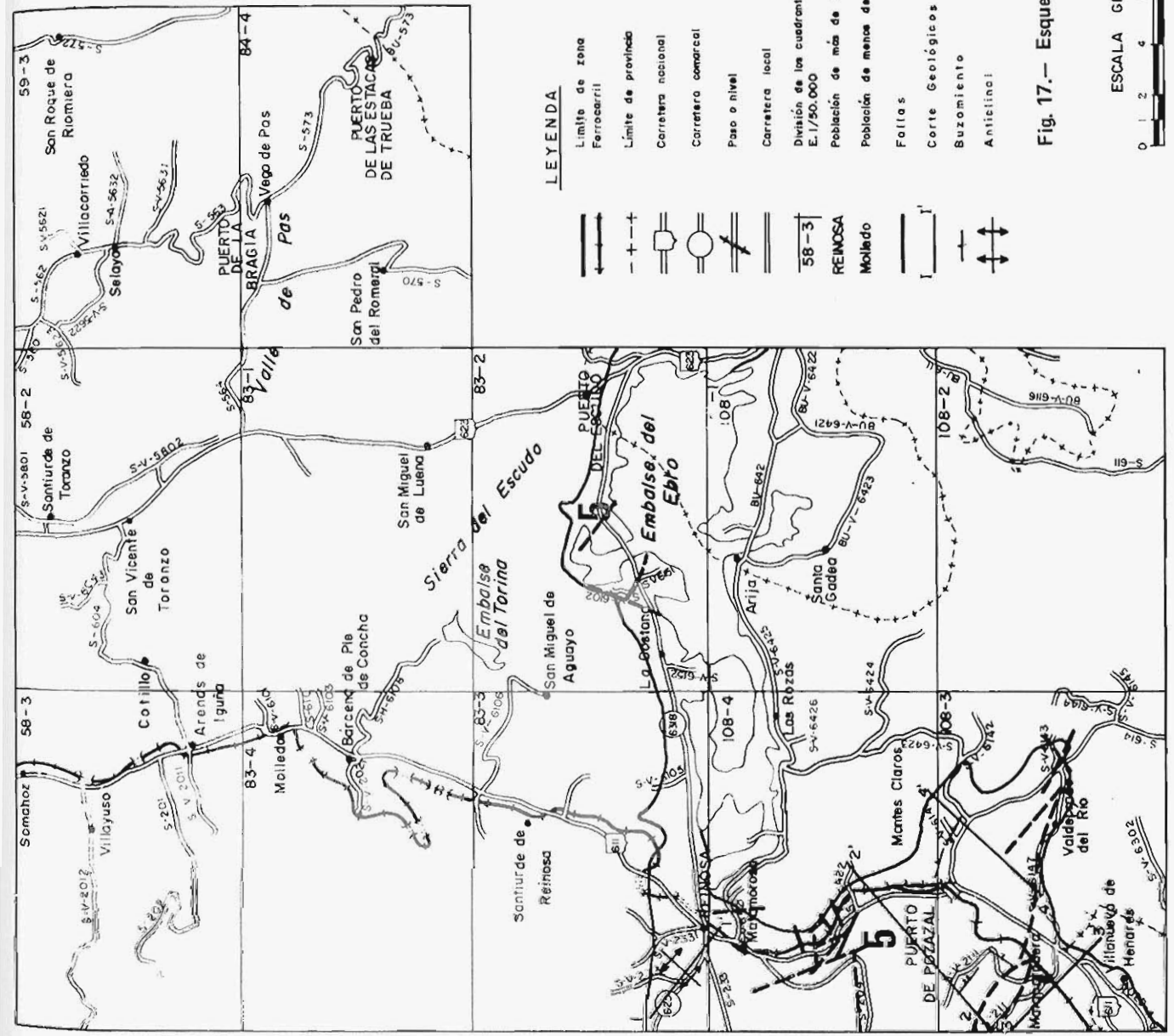


Fig. 17.— Esquema estructural de la zona.

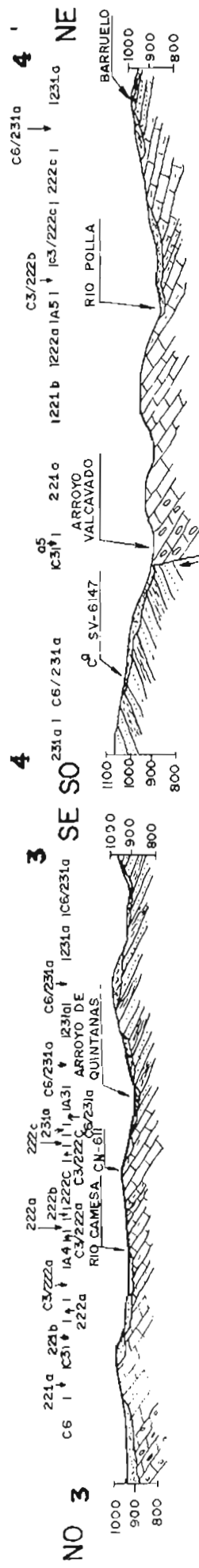
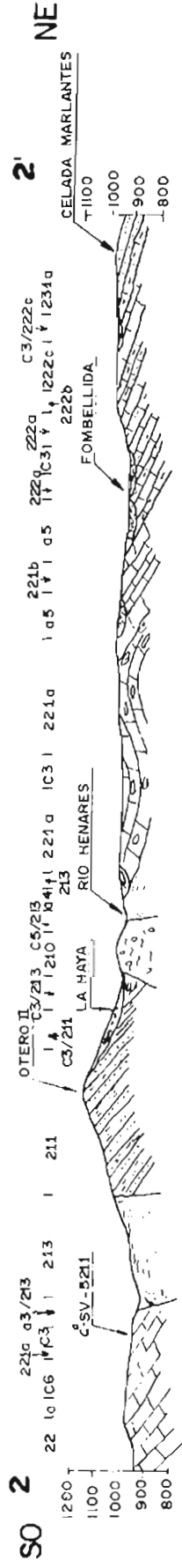
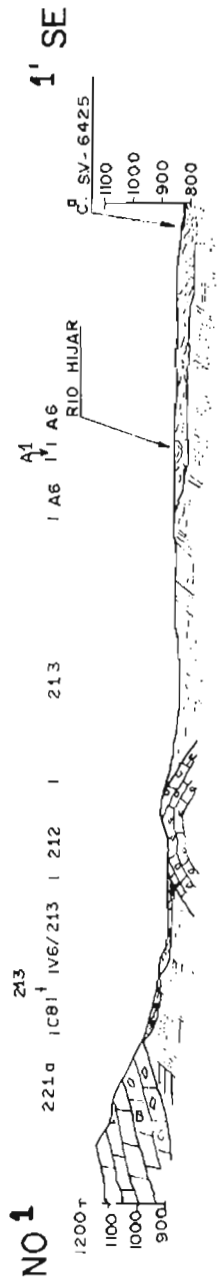
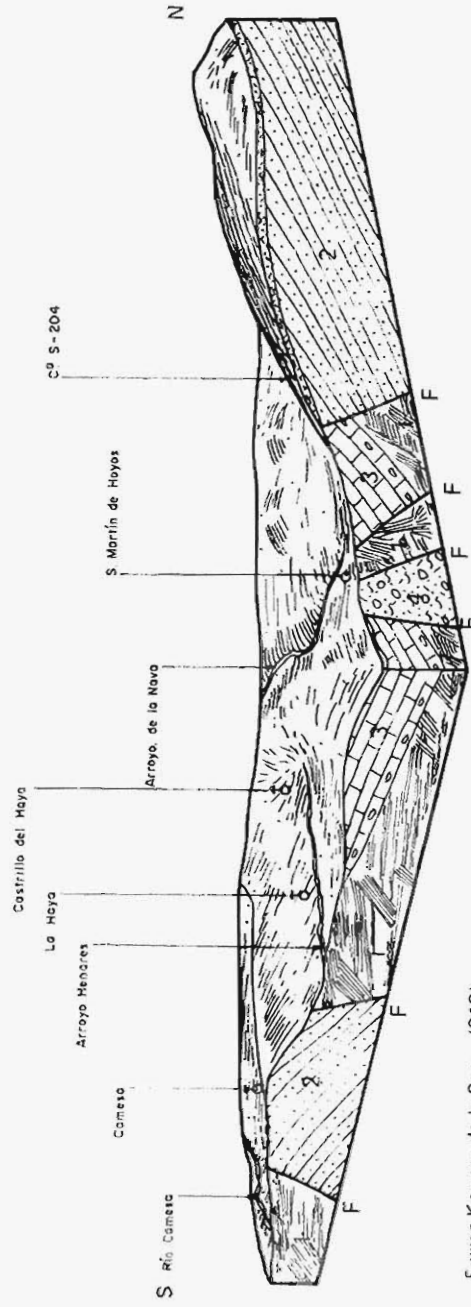


Fig. 18.— Cortes geológicos de la zona.



- 1 Facies Keuper de la Serna (213)
- 2 Areniscas y aleuritas de Matarrepulido (211)
- 3 Dolomías y carnioilas de Fresno del Río (221a)
- 4 Olinas de Cervatos (210)
- F Fallas

Fig. 19.— Bloque diagrama geomorfológico de la zona.

materiales supratriásicos y concordantes con el permotriásico de la Zona 1.


El borde Norte del embalse se muestra desde Requejo (límite del área antes descrita) hasta La Riva, como una ladera de inclinación media surcada por barrancos poco encajados de dirección N-S, los cuales presentan su curso reducido a los tramos medio y de cabecera. A la altura de La Población de Yuso un nuevo afloramiento de Keuper determina otra zona deprimida, en parte cubierta por las aguas, para recobrar algo más hacia el Este las características ya citadas debidas a las arenas y areniscas de Facies Wealdense.

Por último el borde oriental corresponde a la parte no cubierta por las aguas del valle del arroyo de la Virga, que es una llanura de colmatación con suelos areno-limosos.

La subzona Sur se presenta más accidentada debido a que en ella chocan las influencias tectónicas del Macizo Asturiano con las de la Cordillera Ibérica. Esto se traduce en múltiples fracturas, algunas de ámbito regional, que compartimentan diversos bloques. Los que están formados por materiales del Buntsandstein (grupo 211) presentan direcciones NO-SE y constituyen sierras elevadas de laderas abruptas sobre todo por el lado septentrional; de todas formas su desarrollo dentro del tramo es escaso. Los bloques de edad liásica y jurásica presentan directrices sensiblemente meridiana (aunque con múltiples excepciones locales) que en Mataporquera se inflexionan hacia el SSO. En medio de ambos grupos y actuando como zona de despegue se sitúan los materiales de Facies Keuper que forman las zonas bajas del valle de Valdeolea, ancho y de fondo ondulado por diversas colinas integradas bien por ofitas (grupo 210), bien por calcidolomías y carniolas (grupo 221a).

3.5.2 Columna Estratigráfica

En la columna estratigráfica que a continuación se establece vienen señalados los distintos grupos geotécnicos de la zona.

COLUMNA LITOESTR.	REFERENCIA	DESCRIPCION	EDAD
	A6	Finos arcillo-limosos sobre gravas poligénicas	Cuaternario
	A5	Limos y/o arcillas con cantos dispersos en la masa o concentrados en lentijones pero siempre minoritarios.	Cuaternario
	A4	Arcillas y/o limos con algunos cantos dispersos.	Cuaternario
	A3	Arenas silíceas sueltas con porcentajes variables de arcillas ligeramente plás.	Cuaternario
	A1	Gravas poligénicas sueltas, tamaño entre 5 y 20 cm redondea. o subredon.	Cuaternario
	C8	Gravas poligénicas y bloques empastados por matriz arcillo-limosa.	Cuaternario
	C3	Gravas calcáreas o areniscosas empastadas por arcillas o limos en proporciones minoritarias.	Cuaternario
	T1	Arcillas limosas plásticas e impermeables sobre gravas de cantos silíceos medios y gruesos empastados ligeramente por limos.	Cuaternario

	350 (5)	Raña formada por un aglomerado de bloques y cantos, en general de arenisca, subredondeados, de tamaños de 1 a 40 cm con matriz arenó-arcillosa	Pliocuatenario
	231a (60)	Arenisca de grano silíceo en bancos gruesos, alternantes con finos arcillosos rojos, localmente incluyen capas lenticulares de conglomerados silíceos de cantos cuarzosos pequeños.	Infracretácico
	222c (80)	Alternancia de calizas gris-azulado, microcristalinas, en bancos potentes, con margas gris oscuro, plásticas, en bancos de hasta 2 m.	Jurásico
	222b (50)	Margas calcáreas gris-oscuro, en ocasiones hojosas y friables que incluyen capas de calizas margosas oscuras.	Jurásico
	222a (40)	Alternancia de margas gris oscuro de disyunción lenticular y dureza baja, con calizas oscuras algo margosas de grano muy fino, dureza media y compacta.	Jurásico
	221b (70)	Calizas estratificadas, en bancos gruesos, oscuras, bituminosas y fétidas, dolomitizadas en algunos tramos.	Liásico
	221a (60)	Dolomías oscuras, microcristalinas, con recristalizaciones alternantes con carniolas gris-parduzco muy vacuolares; estos tramos son predominantes en la base de la formación.	Infralías
	213	Disposición caótica de margas yesíferas y arcillas rojas que incluyen cantos de carniolas del Infralías.	Keuper
	212 (15)	Calizas dolomíticas oscuras duras, dispuestas en bancos de espesor varia.	Muschelkalk
	211 (60)	Alternancia de arenisca de grano silíceo, en general grueso, con notable proporción de micas y argilitas hojosas de color rojo oscuro.	Buntsandstein
	210	Diabasas verdes, textura ofítica, holocristalina, con fenocristales de augita y plagioclasa.	

3.5.3 Grupos Geotécnicos

TERRAZAS DEL RIO HIJAR (T1)

Litología.— Conjunto de cantos redondeados de tamaños comprendidos entre 2 y 30 cm, siendo las proporciones aproximadas: 20 por ciento de 2 a 6 cm; 30 por ciento de 6 a 12 cm; 35 por ciento de 12 a 20 cm; y 15 por ciento de más de 20 cm. Los clastos pequeños y medios son de

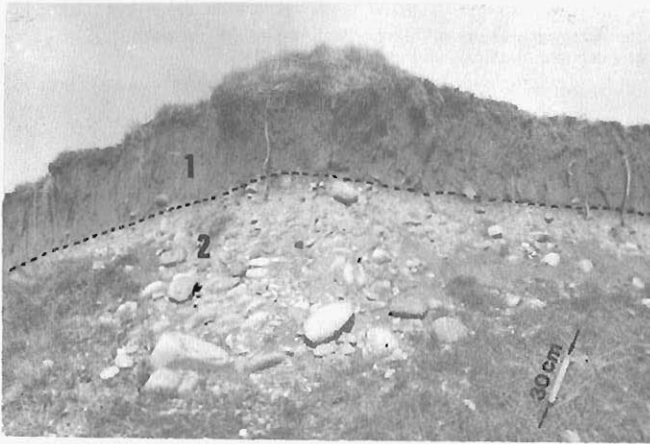


Foto 33.— Corte de la terraza del río Hija. 1) Suelo vegetal; 2) Terraza. (Cuadrante 108-4).

sílice y cuarcita en tanto que los mayores están formados por ortocuarzitas y areniscas conglomeráticas. La trama es cerrada, siendo la matriz fundamentalmente limosa, cohesiva y de plasticidad muy baja, constituyendo aproximadamente el 15 por ciento de la masa total. Queda cubierto casi totalmente por un suelo vegetal limoso de unos 50 cm de espesor.

Estructura.— La potencia de la formación varía entre 3 y 5 m (localmente menos) y carece de planos de discontinuidad aparte de la separación del suelo vegetal suprayacente. La trama es compacta, con pocos huecos. Da origen a una llanura de colmatación casi totalmente plana que se eleva unos 3—4 m sobre el cauce actual.

Geotecnia.— Conjunto de alta capacidad portante con taludes naturales subverticales de unos 4 m de altura en las zonas de ataque de la erosión actual y cuya degradación es lenta. El drenaje es deficiente en profundidad, lo que produce encharcamientos temporales en algunas áreas deprimidas. Es material ripable y apropiado para préstamo si se eliminan los cantos más gruesos.

ALUVIONES DEL RIO HIJAR (A1)

Litología.— Gravas redondeadas o subredondeadas compuestas por clastos de tamaños comprendidos entre 6 y 30 cm y algunos menores. Son de naturaleza poligénica aunque con predominio claro de los silíceos. Se encuentran sueltos en superficie en tanto que en profundidad y aunque la matriz limosa apenas sí alcanza el 5 por ciento de volumen, poseen una compacidad aceptable.

Estructura.— Carecen de toda estructura interna ya que la disposición de los cantos no responde a ningún tipo de selección previa. Morfológicamente constituyen el fondo llano de un ancho valle en parte cubierto por el cauce actual y cuyo desnivel respecto de los márgenes se suaviza gradualmente conforme nos aproximamos a la confluencia con el río Ebro.

Geotecnia.— La capacidad portante del grupo es media, existiendo en bastantes puntos clastos superficiales sueltos. Son materiales ripables, siendo objeto de explotación como gravera. Las inundaciones del río pueden llegar a cubrir estos aluviones.



Foto 34.— Cauce del río Híjar en las proximidades de Reinoso, mostrando el suelo aluvial. (Cuadrante 108-4).

ALUVIALES DE LOS RÍOS EBRO E IZARILLA (A6)

Litología.— Gravas predominantemente silíceas, redondeadas, de tamaños comprendidos entre 4 y 25 cm, en general sueltas con escasa o nula matriz limosa; sobre ellas se dispone una capa de limos arcillosos oscuros, negros en la parte superior, ligeramente plásticos y con abundante materia orgánica.



Foto 35.— Nacimiento del río Ebro en una surgencia kárstica de las carnioles liásicas. (Cuadrante 83-3).

Estructura.— Las gravas forman la parte inferior del conjunto, con potencia visible de 1,5 m y quedan descubiertas en el cauce de inundación actual; los materiales finos con espesor de 1 a 3 m constituyen la cobertera general; la diferenciación entre ambas partes es un plano bastante regular. Morfológicamente constituyen una llanura de perfil suavemente levantado en los bordes de los valles. De éstos, el de Izarilla presenta una anchura de unos 300 m a la altura de Izara y va ampliándose hasta su desembocadura en la que alcanza los 2200 m. El río Ebro sin embargo presenta únicamente una anchura media de unos 150 m aguas arriba de Reinoso.

Geotecnia.— La capacidad portante de los limos superiores es media—baja toda vez que se encuentran saturados de agua, pues el drenaje profundo es malo. Las gravas tienen capacidad portante de media a alta. Son materiales ripables y la mezcla puede ser útil como préstamo.

SUELOS ALUVIALES DEL ESTE Y NORESTE DEL EMBALSE DEL EBRO (A-3)

Litología.— Arenas silíceas bien graduadas de tamaños comprendidos entre 0,2 y 3 mm, formadas por granos de cuarzo redondeados y subredondeados. Carecen totalmente de cemento y

la escasa matriz limosa existente (menos del 10 por ciento del volumen) no es suficiente para trabar los granos, por lo que éstos aparecen prácticamente sueltos. Localmente quedan recubiertos por un suelo vegetal limo—arenoso de 8—10 cm de potencia.

Estructura.— Corresponden estos aluviones a los aportes de los arroyos temporales que formaban el río de la Virga, actualmente cubierto por las aguas del Embalse del Ebro; así pues la potencia del conjunto es muy variable, aflorando incluso en algunos puntos el substrato wealdense. Morfológicamente constituyen una llanura suavemente inclinada hacia el centro del embalse.

Geotecnia.— Son materiales de capacidad portante alta en estado natural. Su falta de cohesión los hace inadecuados para la formación de terraplenes. El drenaje interno es malo, presentando niveles freáticos subsuperficiales y la ripabilidad es alta.

ALUVIONES DEL RIO CAMESA (A-4)

Litología.— Suelo compuesto fundamentalmente por finos arcillo—limosos, cohesivos, de plasticidad media y tonos gris en superficie a rojizos en profundidad. La parte superior presenta abundante materia orgánica, su color es francamente negro y constituye un suelo vegetal de considerable potencia (30—40 cm). Dispersos en la masa aparecen algunos clastos calcáreos subangulosos de unos 6—8 cm de tamaño medio.

Estructura.— La distribución de los materiales en el conjunto es claramente homogénea. No obstante cabe indicar que la proporción de cantos aguas arriba de Matamorosa es casi inexistente. El valle presenta una anchura media de 300 m con ensanchamientos locales, siendo su fondo llano como corresponde a un valle típico en artesa, al menos en su mitad inferior.

Geotecnia.— La capacidad portante del conjunto puede estimarse como de media a alta sin movimientos apreciables del terreno. El drenaje superficial es tolerable en general, pero dado que la pendiente longitudinal del valle es escasa pueden producirse algunas áreas encharcadas toda vez que el drenaje profundo es deficiente. El material es ripable y se considera útil como préstamo.

ALUVIONES DEL RIO POLLA (A-5)

Litología.— Masa limo—arcillosa de tonos gris—ocre cohesiva ligeramente plástica que incluye cantos dispersos de caliza de tamaños entre 4 y 10 cm, con enriquecimiento apreciable en superficie donde constituyen aproximadamente el 25 por ciento del volumen total.

Estructura.— Dada la constitución del presente sistema fluvial compuesto por una serie de arroyos de cabecera más o menos temporales y canal de desagüe de apenas 5 Km de longitud que constituye el río propiamente dicho, los sedimentos están poco o nada elaborados distribuyéndose sin ningún orden los distintos elementos que los constituyen. Los valles colectores son abiertos con laderas de suave pendiente y perfil en V abierta; el del canal de desagüe va estrechándose y encajándose conforme avanza hacia el río Ebro de forma que a la altura de Reocín de Molinos desaparecen los depósitos aluviales.

Geotecnia.— La capacidad portante de estos suelos es aceptable, mejorando bastante con la compactación. El drenaje superficial es bueno, y el profundo ligeramente peor, pero sin llegar a presentar problemas acusados. El conjunto es ripable y tolerable como préstamo.

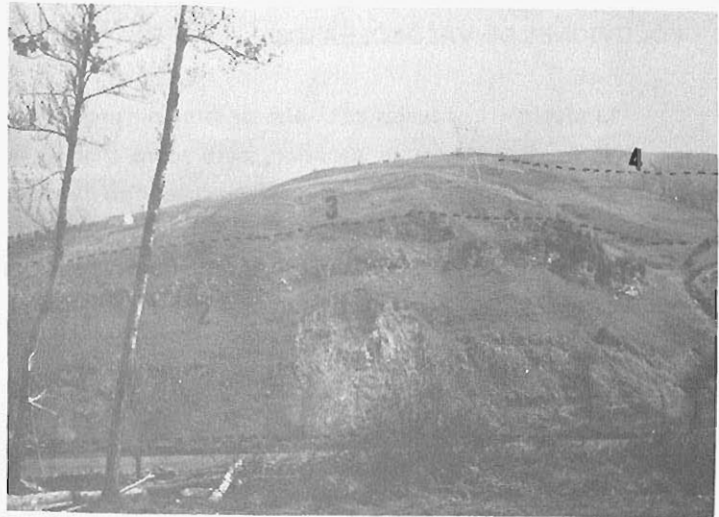


Foto 36.— Valle del río Polla.
1) Aluviones; 2) Calizas y margas (222a)
3) Margas (222b)
4) Calizas (222c)
(Cuadrante 108—3).

COLUVIONES DE SIERRA ALTA (C—8)

Litología.— Gravas formadas por cantos medios y gruesos (6—20 cm) de arenisca rojiza, subangulos que incluyen cantos menores cuarcíticos redondeados y bloques dispersos de hasta 70 cm de diámetro. El conjunto queda empastado por una matriz limosa, cohesiva, poco plástica que constituye el 40 por ciento del volumen total de la masa.



Foto 37.— Area de acumulación de bloques de arenisca en Sierra Alta.
(Cuadrante 108—4).

Estructura.— Los clastos se disponen en trama abierta con una distribución homogénea y sin planos de discontinuidad; los bolos son casi siempre superficiales y en general sueltos aunque esporádicamente se encuentra alguno incluido en la masa. El grupo cubre totalmente la ladera Norte de la Sierra Alta o del Bardal, con una pendiente uniforme de unos 35—40° y totalmente

cubierta de bosque de hayas.

Geotecnia.— Los taludes naturales presentan inclinaciones medias, no siendo aconsejable hacer cortes artificiales con pendiente superior a 50—60° por la rápida degradación. El drenaje superficial es bueno y posiblemente también en profundidad, sin niveles freáticos próximos. Se consideran ripables y aceptables como material de préstamo.

COLUVIONES DE VALDEOLEA (C3)

Litología.— Los suelos coluviales de este valle presentan cantos de naturaleza diversa: arenisca, calizas, ofitas, según su situación, pero todos ellos están formados por gravas de tamaños comprendidos entre 3 y 12 cm en general subredondeadas e inmersas en una matriz limo—arcillosa cohesiva, poco plástica y normalmente minoritaria.

Estructura.— La trama del conjunto es abierta con zonas de concentración local de los clastos, aunque normalmente éstos se encuentran diseminados de una forma regular dentro de la masa. Su contribución al relieve se cifra en el suavizado de las partes bajas de las laderas donde presentan pendientes de 15—20°.

Geotecnia.— La capacidad portante del conjunto es buena y los taludes artificiales cortados con inclinación de 65—70° sufren una degradación lenta. Los drenajes superficiales son buenos en general, así como los profundos salvo en el Sur del valle donde el yacente es Keuper. Son materiales ripables y útiles para la formación de terraplenes.

RAÑA DE REINOSA (350)

Litología.— Está constituida por un conglomerado de cantos de arenisca con algunos otros de cuarcita y calcoesquistos en menor proporción, cuyos diámetros oscilan entre 4 y 20 cm de forma subangulosa a subredondeada; la matriz está compuesta por una masa arcillo—limosa rojiza, cohesiva, y medianamente plástica cuya proporción en el conjunto alcanza el 50 por ciento del volumen.

Estructura.— La masa es homogénea sin zonas visibles de acumulación de clastos. En la parte superior (30—50 cm) la proporción de finos se hace mayor, aumentando también el contenido de materia orgánica. El yacente del conjunto está formado generalmente por los materiales de Facies Keuper y la superficie de separación entre ambos aparece ondulada, por lo que la potencia de la raña varía entre 1 y 6 m. En superficie se presenta llana o suavemente alomada.

Geotecnia.— Los taludes naturales presentan inclinaciones muy suaves pero pueden cortarse artificialmente con pendientes de 65—70° sin grandes riesgos de movimientos del terreno. El drenaje es malo con frecuentes encharcamientos temporales. La capacidad portante es aceptable salvo en las áreas encharcadas. El material es ripable y aceptable como préstamo.

ARENISCAS Y LIMOLITAS DEL PUERTO DEL ESCUDO (231a)

Grupo descrito en la Zona 3.

CALIZAS Y MARGAS DE SERVILLEJAS (222c)

MARGAS Y CALIZAS DE FONTECHA (222b)

CALIZAS Y MARGAS DE FOMBELLIDA (222a)

CALIZAS DE SANTIURDE DE REINOSA (221b)

DOLOMIAS Y CARNIOLAS DE FRESNO DEL RIO (221a)

Grupos descritos en la Zona 2.

FACIES KEUPER DE LA SERNA (213)

OFITAS DE CERVATOS (210)

Grupos descritos en la Zona 1.

CALIZAS DOLOMITICAS DE SALCES (212)

Litología.— Calizas dolomíticas gris oscuras de grano variable entre 0,10 y 0,30 mm, compactas, duras y de fractura irregular. Se disponen en capas de 15–20 cm poco diferenciadas y con diaclasado intenso, en superficie llegan a presentar un aspecto ruiniforme.

Estructura.— Los pequeños afloramientos situados entre Salces y Fresno del Río constituyen un conjunto de pliegues anticlinales de dirección NE–SO con buzamientos suaves entre 15–25°; algunas fallas longitudinales de muy pequeño salto producen ligeros despegues y buzamientos más pronunciados. Morfológicamente dan lugar a colinas de escasa elevación, 10–15 m sobre la llanura, con laderas tendidas.



Foto 38.— Frente de explotación de una cantera de calizas dolomíticas en Salces (212) en la que se observa su estratificación. (Cuadrante 83–3).

Geotecnia.— Los taludes artificiales de excavación pueden tallarse con inclinación subvertical sin riesgo de desprendimientos. Presenta drenaje interno bueno por fisuración. No son ripables y es masa canterable de buena calidad.

ARENISCAS Y ALEURUTAS DE MATARREPUDIO (211)

Litología.— Alternancia de: 1) Areniscas arcóscicas de tonos rojizos, grano variable entre 0,40 y 0,70 mm de cuarzo y feldespato potásico, incluyendo también pajuelas de mica, con matriz areno–arcillosa sin cementar, compactas y de dureza media a alta; 2) Conglomerados de cantos cuarzosos de tamaños comprendidos entre 3 y 8 cm con predominio de los mayores, de aspecto redondeado y trama cerrada, la matriz está formada por las mismas areniscas antes descritas; y 3) Aleuritas rojas oscuras, hojosas, dispuestas en capas de 2–4 cm que se integran en bancos de 2–3 m, preconsolidadas y de plasticidad baja.

Estructura.— Las sierras de El Bardal y Ornedo situadas al Norte y Sur respectivamente del valle de Valdeolea constituyen los flancos de un sinclinal de dirección NO–SE. El flanco N

presenta buzamientos de 20–25° en tanto que en el Sur la inclinación alcanza los 40°. Hacia el Este los límites son mecánicos con sendos sistemas de fallas que bordean la zona de influencia del

Macizo Asturiano. También los contactos exteriores N y S son mecánicos mediante fallas longitudinales. Topográficamente constituyen los puntos culminantes de la zona con collados situados por encima de los 1000 m. Las laderas son abruptas sobre todo en los bordes exteriores (valles del Gamesa e Izarilla), aunque las cimas son redondeadas.

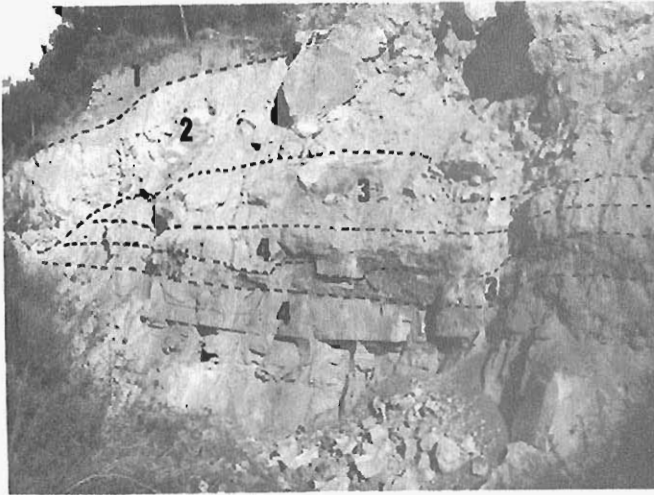


Foto 39.— Excavación en los materiales del grupo 211. 1) Suelo vegetal. 2) Eluvio—coluvial. 3) Aleuritas, 4) Areniscas. (Cuadrante 108—3).

que pueden tallarse con inclinación subvertical sin problemas de movimientos del terreno siempre que no se haga en la "cuesta estructural". El drenaje es excelente en superficie y tolerable en profundidad. Es un conjunto no ripable y no tiene utilidad como masa canterable.

Geotecnia.— Los taludes naturales estables presentan inclinaciones de 50° y se considera

3.5.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona

Los afloramientos de los distintos materiales de la zona presentan una extensión y situación tal, que la incidencia relativa de unos y otros sobre las obras viales es equivalente.

Son sin embargo los asomos de las arcillas y margas yesíferas de Facies Keuper los que producen problemas más acusados. Constituyen áreas deprimidas con encharcamientos frecuentes, sobre todo en el valle de Valdeolea, donde presentan una capacidad portante baja y riesgo de ataque a los hormigones por parte de las aguas selenitosas. En los alrededores de La Población de Yuso aparecen también estos materiales, que al quedar empapados por las aguas del Embalse del Ebro muestran fenómenos de asentamiento y fluencia.

3.6 ZONA 6: SIERRAS DE MONTECLAROS CAMPORREDONDO

3.6.1 Geomorfología y Tectónica

Ocupa la presente zona la mayor parte del tercio Sur del tramo quedando enmarcada al Oeste por la zona 5, y al Este y Norte por la zona 7, alcanzando por el Sur el límite del estudio.

Está constituída por un conjunto de tierras altas con cimas superiores a los 1200 m (Somaloma 1283 punto culminante) y una altura media de 1000 m. Por otra parte los barrancos son normalmente profundos, de laderas escarpadas o, al menos, de fuertes pendientes, con desniveles del orden de 150–200 m incluso mayores. Sin embargo, las cumbres presentan un aspecto redondeado lo que permite el desarrollo de múltiples prados que son asiento de una población diseminada en pequeñas aldeas.

El material, prácticamente único, que constituye la zona pertenece a la Facies Wealdense cuya alternancia de materiales resistentes (areniscas) y débiles (aleuritas) es responsable, junto con la red fluvial, del relieve indicado más arriba.

La red fluvial, aunque toda ella tributaria del río Ebro, presenta de forma particularizada tres sistemas principales.

Dos de ellos, constituídos por el río Panero y el propio río Ebro, tienen como nivel de base el del valle de Valderridible, de 700 m de altitud media, en tanto que el tercero, drenado por el río de la Nava, desagua en el Embalse del Ebro cuya cota se sitúa a 830 m. La simple observación de estos datos permite imaginar el diverso poder erosivo de unos y otros.

La cuenca del río de la Nava está constituída por el llamado Alfoz de Santa Gadea; en él las vaguadas son amplias y aunque el cerro del Otero se destaca del conjunto, su extensión superficial es pequeña, por lo que no entorpece las comunicaciones de la zona.

El resto de la zona presenta, como ya hemos dicho, valles encajados con collados elevados de difícil paso, de tal forma que la mayoría de las aldeas del municipio de Polientes situadas en la zona carecen de acceso por carretera y aún por pista.

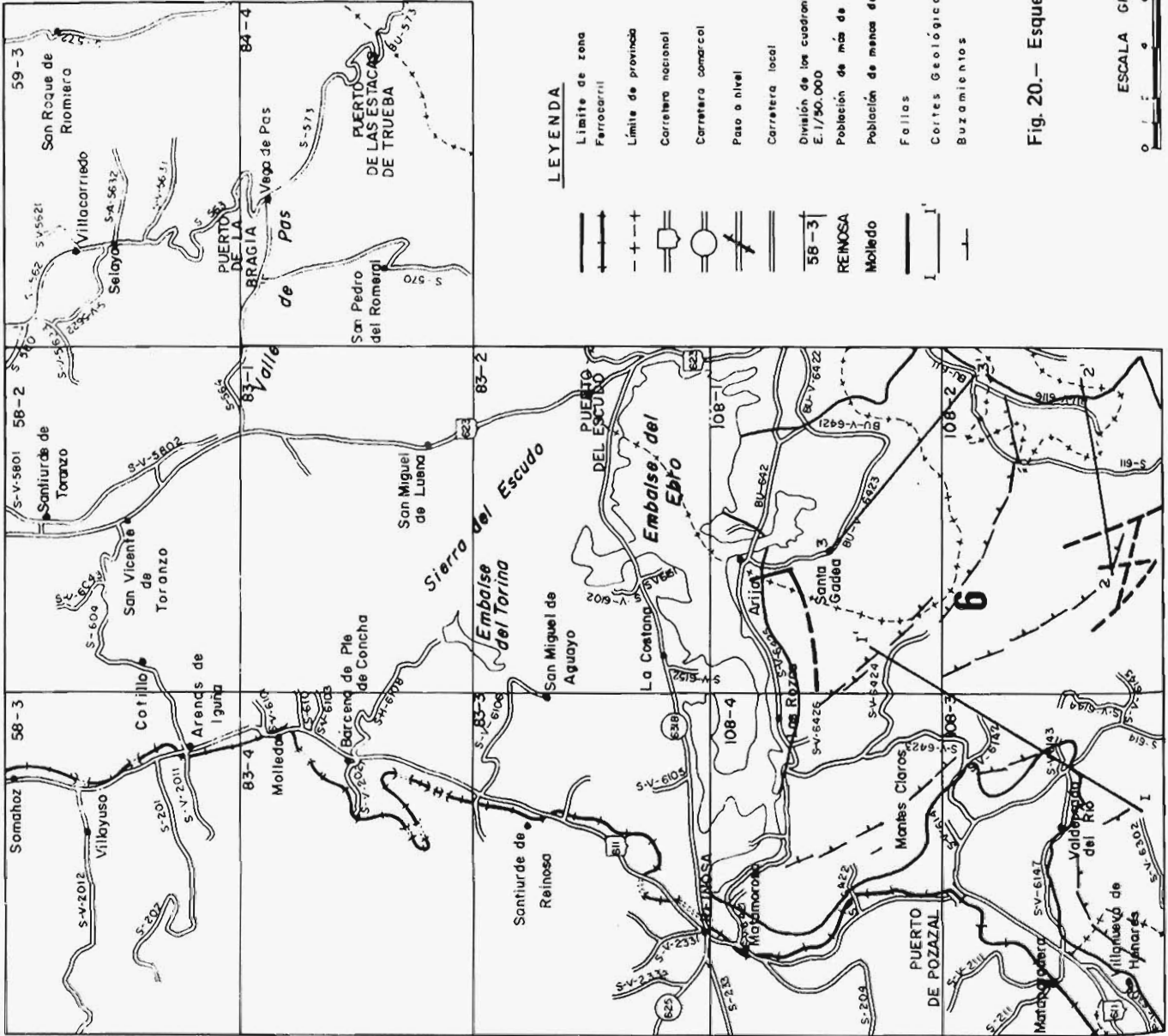


Fig. 20.— Esquema estructural de la zona.

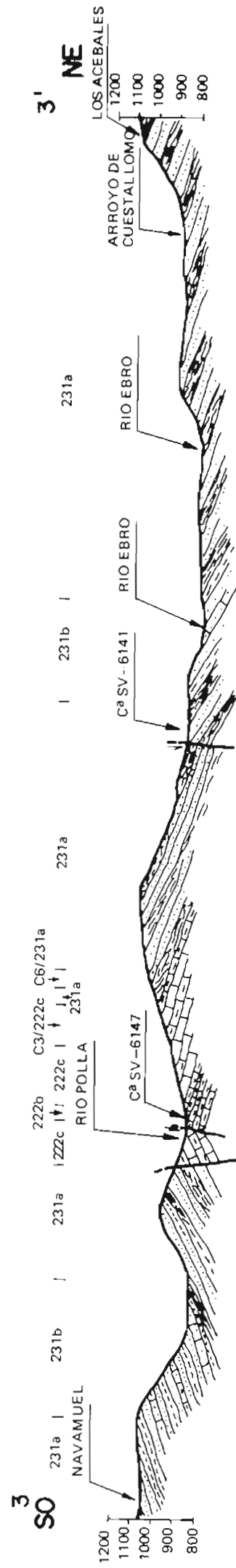
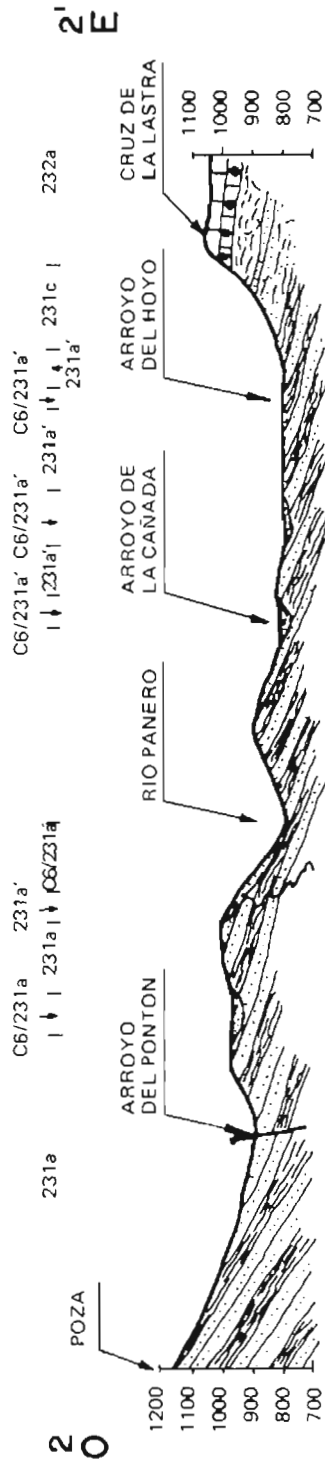
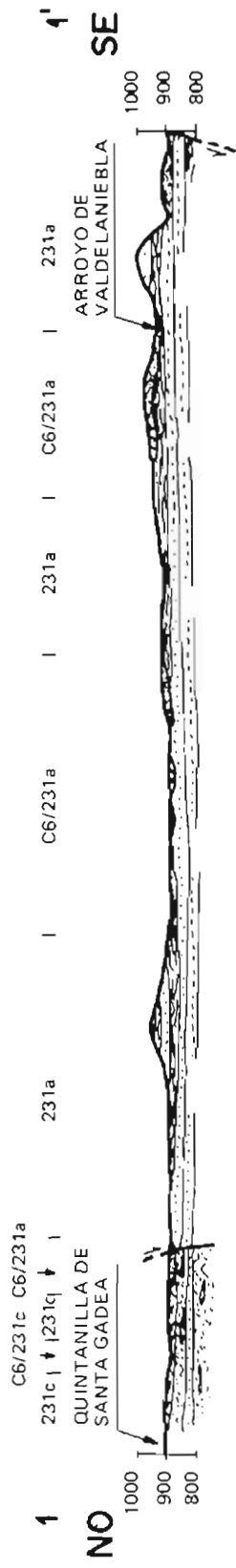


Fig. 21.— Cortes geológicos de la zona.

Las directrices regionales de dirección NO—SE (Hercínica del basamento) y N—S (empujes Postpirenáticos) condicionan también en la zona las fracturas y los pliegues. A grandes rasgos cabe considerar el conjunto dispuesto sobre los materiales de la zona 5 (Triásico—Jurásico) y por debajo de los de la zona 7 (Cretácico Superior) con una marcada componente E en los buzamientos.

Por el Noroeste el contacto sobre el Jurásico es normal, con una pequeña discordancia angular, y de dirección NO—SE con ligeras inflexiones debidas a fallas longitudinales que se van haciendo más frecuentes hacia el Sur, de forma que la charnela del anticlinal de núcleo jurásico que constituye la región de Valdeprado del Río, se encuentra ocupada por un sistema de fracturas que se prolongan hacia el SE a través de los materiales Wealdenses, hasta prácticamente alcanzar el valle del río Panero. El flanco meridional, compuesto por el conjunto de Peña Castillo—Peña Mora, presenta pequeñas cubetas sinclinales de ámbito local en torno a Navas de Sobremonte y San Cristóbal del Monte. Al exterior, en Hormiguera, sufre una inflexión y se adapta con dirección NNE—SSO a los materiales jurásicos del río Camesa.

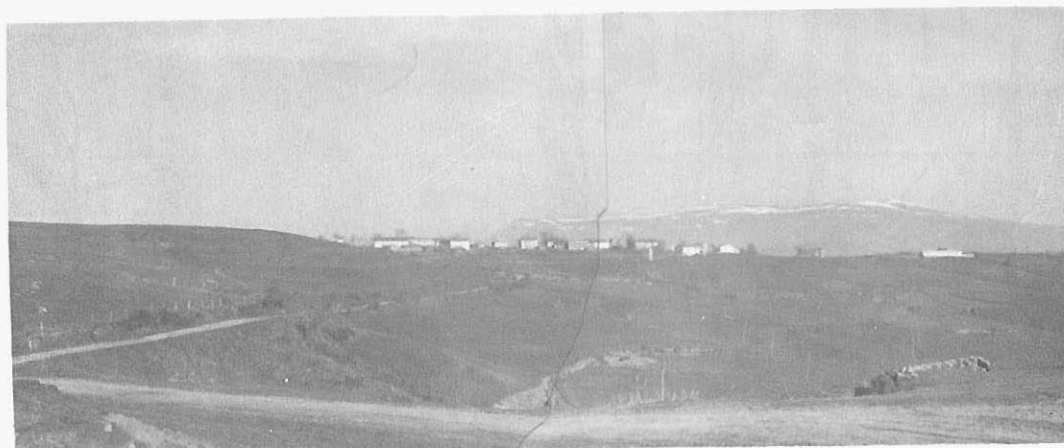


Foto 40.— Aspecto general de las tierras altas de la zona, en segundo término Retortillo. (Cuadrante 108—4).

La región central de la zona, formada por los términos medios y superiores, de la serie Wealdica, constituye un conjunto monoclinial de buzamiento suave al NE que alcanza por el Norte a los materiales lignitíferos aptenses mediante un contacto mecánico.

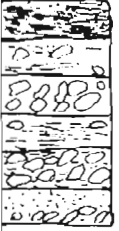

Por el Nordeste la serie Wealdense se adapta mediante una serie de fracturas, unas de dirección N—S y otras arrumbadas de NO a SE, al sinclinal cretácico de Herbosa. En el Sureste por el contrario la adaptación al borde del Páramo de Bricia Neocretácico se hace mediante un sistema de fallas N—S que desde el paralelo de Ruanales cambia la dirección de las capas, dejando los buzamientos dirigidos claramente hacia el E.



Foto 41.— Morfología del valle del río Panero. (Cuadrante 108—2).

3.6.2 Columna Estratigráfica

Realmente la columna de la zona queda constituida fundamentalmente por la Facies Wealdense (grupo 231a), ya que la diferenciación correspondiente a los grupos 231a' y 231b son puramente litológicas, pues constituyen cambios laterales de facies dentro de aquel conjunto.

COLUMNA LITOESTR.	REFERENCIA	DESCRIPCION	EDAD
	A7	Arcillas plásticas impermeables con abundante materia orgánica.	Cuaternario
	A5	Limos y/o arcillas con cantos dispersos en la masa o concentrados en lentejones, pero siempre minoritarios.	Cuaternario
	A1	Gravas poligónicas sueltas de tamaño entre 5 y 20 cm, redondeadas o subred.	Cuaternario
	C6	Finos limosos y/o arcillosos con cantos diseminados en su masa o concentrados en lentejones.	Cuaternario
	C3	Gravas calcáreas o areniscosas empastadas por arcillas o limos en prop. minori.	Cuaternario
	T2	Arenas ligeramente limosas sobre gravas cuarcíticas de tamaño grueso a med.	Cuaternario
	231a' (300)	La misma composición litológica que el grupo 231a pero con mayor proporción de limos arcillosos.	Infracretácico
	231a (1.500)	Areniscas de grano silíceo redondeado, compacidad muy variable, en bancos gruesos que alternan con otros de limos arcillosos rojos.	Infracretácico
	231b (60)	Alternancia de areniscas de grano silíceo medio y fino con cemento calcáreo minoritario, margas grises masivas ligeramente plásticas y grauwas oscuras.	Infracretácico

3.6.3 Grupos Geotécnicos

ALUVIONES DEL RIO EBRO (A-1)

Litología.— Gravas de arena de tamaños comprendidos entre 6 y 20 cm, subangulosas en general, con zonas de concentración de bloques de hasta 1 m que constituyen el 20 por ciento del total. La matriz es arenosa silíceo, de grano grueso y minoritaria, no existe cemento.

Estructura.— Los materiales del grupo se encuentran permanentemente cubiertos por la corriente fluvial. Se disponen horizontalmente con una anchura media de unos 30 m. Se encuentran sueltos en general y su potencia estimada varía entre 1,5 y 4 m.

Geotecnia.— Debido a la naturaleza y tamaño de los materiales, así como a su escaso volumen aprovechable, no se considera útil como gravera. Es material ripable, muy permeable y cuya capacidad portante resulta muy minorada por las condiciones de saturación y la baja compacidad.

TERRAZAS DEL RIO EBRO (T-2)

Litología.— Se presenta el conjunto como una masa arenosa de grano fino redondeado con limos arcillosos rojizos, cohesivos y medianamente plásticos que engloban cantos subredondeados de arenisca entre 4 y 10 cm y de ortocuarcita entre 6 y 14 cm; la trama es abierta, alcanzando el porcentaje total de gravas el 40 por ciento del volumen total.

Estructura.— La potencia de la terraza sobre el nivel de las aguas actuales es de unos 4–5 m, pero normalmente se encuentra degradada por la erosión de los torrentes y afluentes por lo que su superficie, horizontal originalmente, se encuentra más o menos abarrancada. Ocupa el fondo del valle con anchuras medias de 35–40 m en cada margen, con varias discontinuidades.

Geotecnia.— Se trata de un suelo poco cohesivo con finos plásticos, ripable y útil como material de préstamo, de drenaje aceptable en superficie aunque con áreas locales depresivas temporalmente encharcadas, y con capacidad portante media–alta. Admite taludes artificiales de 60° de inclinación con degradación lenta.

ALUVIONES DEL RIO PANERO (A-5)

Litología.— Limos arcillosos gris amarillentos, cohesivos, medianamente plásticos que incluyen una notable proporción (30–35 por ciento) de arenas silíceas de grano fino redondeado.

Estructura.— La potencia de los depósitos del río Panero y sus arroyos afluentes es siempre débil (inferior a 3 m) y bastante variable y sólo en las proximidades de su desembocadura alcanza los 4 m. Aunque no se puede hablar de discontinuidades verticales dentro de la masa, existen lentejones o áreas de enriquecimiento de la fracción arenosa dispuestas de forma irregular. El perfil transversal presenta una inclinación suave, aunque no plana, frente a las paredes verticalizadas del valle, lo que aprovecha la carretera local S-611 para su trazado.

Geotecnia.— Es material ripable, en principio poco útil como material de préstamo, de drenaje aceptable aunque con nivel freático superficial y capacidad portante media.

ALUVIONES DE LOS RIOS NAVA Y BALLURBIO (A-7)

Litología.— Arcillas gris oscuro a negro con abundante materia orgánica, cohesivas y de plasticidad alta que descansan sobre arenas limosas, finas, silíceas e impregnadas de las mismas arcillas anteriores.

Estructura.— Ocupan dentro de la zona el fondo de extensas áreas depresivas, totalmente

llanas, sin apenas pendiente longitudinal. La parte superior del depósito es fundamentalmente arcillosa, con abundante materia orgánica y soportando vegetación palustre; hacia abajo aumenta la proporción de arena de forma gradual, aunque siempre la proporción de arcilla es mayoritaria.

Geotecnia.— Son materiales, en los que se producen áreas de aguas encharcadas más o menos continuamente, impermeables en profundidad y con mal drenaje superficial, de capacidad portante baja, ripables e inadecuados como préstamo.

COLUVIONES DE NAVAMUEZ, MALATAJA Y STA. GADEA (C-6)

Litología.— Fundamentalmente constituídos por arcilla rojiza más o menos limosa, cohesiva y medianamente plástica, que incluyen proporciones variables de arenas silíceas finas, amarillentas y cantos gruesos de arenisca poco elaborados e irregularmente distribuidos.



Foto 42.— Rotura del muro de contención por empuje del suelo coluvial en la Carretera local S-V-6145. (Cuadrante 108-2).

Estructura.— Aunque no existe ninguna separación clara dentro de la masa y localmente pueden existir variaciones, estos suelos coluviales sobre el grupo 231a presentan mayor riqueza en cantos en la parte superficial y en algunos puntos incluso hay bloques. Su función morfológica es suavizar las laderas de dos formas diferentes: como pie de monte en los valles encajados o como asiento de prados altos y cultivos alrededor de las aldeas.

Geotecnia.— Se han detectado algunos deslizamientos del terreno asociados a estos suelos en las laderas del valle del Ebro a la altura de Bustasur; por otra parte existe el riesgo de removiliación de los bloques existentes, en general poco trabados. Los taludes naturales presentan inclinaciones de 35–40°, siendo en algunos puntos inestables y los artificiales de la carretera local S-V-6112 están cortados con inclinaciones de 60° y en ellos la degradación es apreciable. El drenaje es tolerable, tanto en superficie como en profundidad. Son ripables y utilizables como material de préstamo.

COLUVIONES DE MONTES CLAROS (C3)

Litología.— Aunque con la misma naturaleza que los anteriormente descritos, éstos aparecen algo más elaborados, con cantos subredondeados o redondeados, y, aunque con trama abierta, la proporción de los clastos sobre el material arcilloso favorece a los primeros.

Estructura.— Se disponen como pie de monte en el valle encajado del río Ebro, entre la presa del Embalse y Montes Claros, suavizando la margen derecha. No se encuentran diferencias acusadas dentro de la masa y su potencia llega a ser de unos 4–5 m.

Geotecnia.— Los taludes naturales presentan inclinaciones de unos 40° y son estables, en tanto que los artificiales tallados a 65–70° muestran una degradación lenta. El drenaje es bueno tanto en superficie como en profundidad y su capacidad portante apreciable. Es material ripable y se considera útil como préstamo.

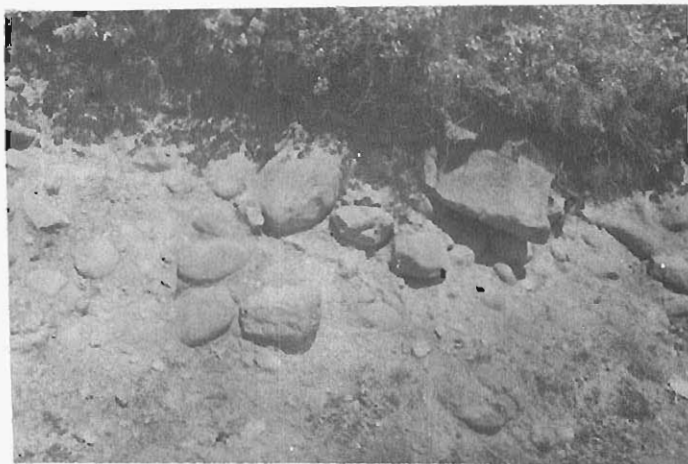


Foto 43.— Corte artificial de los coluviones de Montes Claros. (Cuadrante 108–4).

ARCOSAS, MARGAS Y GRAUWACAS DE ALDEA DE EBRO (231b)

Litología.— Alternancia irregular de 1) arcosas de grano entre 0,5 y 1 mm, ligeramente micáceas y con abundantes cristales de plagioclasas grises o amarillentas, escaso cemento calcáreo, compactas y de dureza media; 2) margas arenosas gris oscuro, de disyunción hojosa, disgregables, blandas y 3) grauwakas de tonos oscuros con clastos silíceos y calcáreos, cementados por una matriz también calcárea, que proporcionan un aspecto superficial rugoso. Los tramos margosos aparecen en general cubiertos por suelos eluvio–coluviales, poco potentes, de naturaleza limo–arcillosa, con cantos dispersos.

Estructura.— El paso de unos materiales a otros de la alternancia se hace de forma gradual, siendo las potencias individuales de los bancos de unos 3–4 m, que en el caso de las arcosas y grauwakas se distribuyen en capas de 25–30 cm, y en las margas son generalmente masivas o con planos de estratificación discontinuos. El grupo se encuentra incluido dentro de la Facies Wealdense (231a) próximo a su base. Se presenta como proveniente de un área de sedimentación local con una potencia máxima de 250 m que se adelgaza hacia los bordes y pasa lateralmente a aquélla. Forma una serie monoclinal de buzamiento entre 35–40° dirigido hacia el NE en su extremo septentrional, y sufre una inflexión en Aldea de Ebro tomando dirección N–S con buzamiento al E, a la altura de Bárcena de Ebro una nueva inflexión del conjunto determina una dirección ENE–OSO con buzamiento de unos 25° al SSE. Morfológicamente no difiere gran cosa del paisaje circundante determinado por las areniscas wealdenses. En todo caso la menor resistencia a la erosión de los tramos margosos determina la aparición de entalladuras en las laderas y vaguadas algo más amplias que las de los alrededores.

Geotecnia.— Se considera material ripable en su capa de alteración superficial que puede alcanzar hasta 5–6 m y en las margas posiblemente hasta mayor profundidad. El drenaje superficial es aceptable; en profundidad sin embargo debe ser peor ya que la fisuración es escasa y por lo general cerrada. Los taludes naturales se mantienen estables con inclinaciones de 45°, y artificialmente pueden tallarse a 65–70° aunque con riesgo de degradación lenta.

ARENISCAS Y LIMOLITAS DEL PUERTO DEL ESCUDO (231a)

Grupo descrito en Zona 3.

ALEURITAS DE ALLEN DEL HOYO (231a')

Litología.— Se trata fundamentalmente de los mismos materiales de la Facies Wealdense descrito en 231a, pero cuya proporción varía notablemente. En este caso la masa principal queda constituida por aleuritas limo–arcillosas de tonos rojos oscuros o verdosos, cohesivos, bastante plásticos, que incluyen capas de arenas silíceas amarillentas o rojizas poco compactas y sin cementación apreciable y algunos tramos de areniscas de dureza media también silíceas. Soportan un suelo eluvio–coluvial arcilloso de poca potencia, pero de plasticidad alta y abundante materia orgánica, que se acumula en las vaguadas.

Estructura.— Constituye este término la parte superior de los materiales wealdenses siendo sensiblemente concordante con los grupos encajantes en techo y base. En la mitad septentrional del afloramiento aparece como una serie monoclinal que, con ligeras inflexiones, presenta un buzamiento de marcado componente N. Hacia el Sur el conjunto también como serie monoclinal, buza suavemente en dirección al E y se



Foto 44.— Deslizamientos en los taludes de excavación y terraplenado de la carretera local BU–V–6423 (231a'). (Cuadrante 108–1).

encuentra atravesado por múltiples fracturas. Muestra abarrancamientos frecuentes, y frente a los resaltes producidos por los bancos de arenisca, las partes blandas son asiento de numerosos barrancos dirigidos en su curso alto de NE a SO para sufrir una inflexión posteriormente hacia el Sur.

Geotecnia.— El presente grupo muestra una clara inestabilidad en sus taludes naturales. Por el Norte, en las inmediaciones de Allén del Hoyo se producen múltiples deslizamientos en tanto que en el Sur el curso bajo del río Panero es testigo de frecuentes desprendimientos de bloques en sus laderas. Los taludes artificiales cortados con inclinaciones de 30° son inestables debido sobre todo a la falta de drenaje profundo del grupo, prácticamente impermeable, por lo que parece necesario, caso de tallarse taludes en el grupo, asegurar el drenaje superficial, y a ser posible,

protegerlos con un tapiz vegetal contínuo. Son materiales ripables aunque como préstamo se consideran inadecuados. La capacidad portante es media—baja.

3.6.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona

Las áreas encharcadas de La Nava y Ballubrio y otras adyacentes presentan un problema de difícil resolución, toda vez que su nivel freático superficial se encuentra mantenido por el Embalse del Ebro. La posible inestabilidad de algunos suelos coluviales, aún bajo los regímenes de cargas artificiales medias, así como los que se producen espontáneamente en las zonas de yacente arcilloso, agudizadas en el caso del grupo 231a', son los principales puntos a tener en cuenta.



La posible inestabilidad de algunos suelos coluviales, aún bajo los regímenes de cargas artificiales medias, así como los que se producen espontáneamente en las zonas de yacente arcilloso, agudizadas en el caso del grupo 231a', son los principales puntos a tener en cuenta.

Foto 45.— Taludes de inclinación diferencial en equilibrio en las areniscas y aleuritas del grupo 231a. (Cuadrante 108—1).

3.7 VALLE DE VALDEBEZANA, ALFOZ DE BRICIA, LA MAGDALENA

3.7.1 Geomorfología y Tectónica

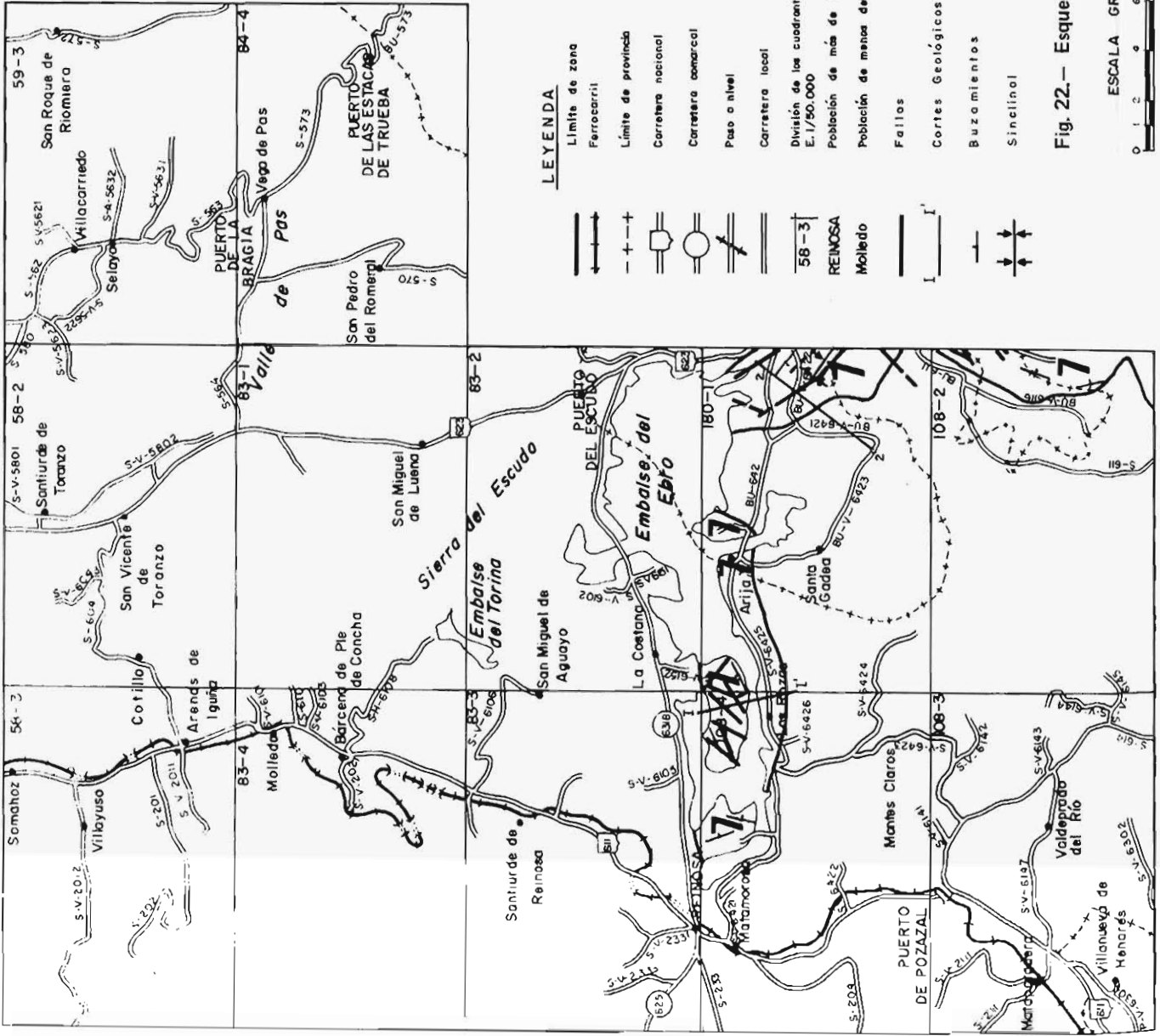
Se han incluido en esta zona los materiales de edad más moderna que los depósitos Wealdenses, depositados a partir de la transgresión ocurrida durante el Aptense. Ocupan el borde Sur del Embalse del Ebro entre Arroyo y Arenas de Arija así como la península de La Magdalena y la casi totalidad de la de Horna, situadas en la margen septentrional del mismo. Se integra así mismo en esta zona el borde oriental de los cuadrantes 108-1 y 108-2. La unión entre los materiales cretácicos de una y otra parte debe efectuarse por debajo de las aguas del Embalse.

Las comunicaciones actuales son difíciles en la parte occidental de la zona, toda vez que la carretera antigua que ocupaba la parte llana del Valle de Valdebezana quedó sumergida bajo las aguas y el trazado de la actual, al tener que ocupar cotas superiores en la ladera, es marcadamente sinuoso; por otra parte la construcción del embalse ha dejado sin comunicación la península de La Magdalena y muy precario el acceso a la de Horna.

La subzona oriental presenta sin embargo las comunicaciones bien desarrolladas mediante las carreteras provinciales BU-642; BU-V-6422 y S-V-6111; además tanto la carretera N-623 como la BU-V-6116 aunque fuera de la zona la bordean por el Este y el Oeste respectivamente.

La península de La Magdalena es marcadamente montañosa, cuyo vértice Solana de 944 m se levanta 110 m por encima de las aguas del embalse. Se compone de una serie de alineaciones dispuestas en arco de ONO a ENE formadas por calizas y margas alternativamente. Los buzamientos, nunca superiores a 30°, se inclinan hacia el NNE por occidente y mediante una serie continua de inflexiones alcanzan el borde oriental con la inmersión dirigida al NO. La alternancia de materiales competentes e incompetentes y las múltiples fracturas que con dirección NE-SO fundamentalmente la cruzan, determinan cerros de laderas escarpadas y estrechos barrancos con pocos collados practicables.

La península de Horna alcanza también los 950 m en el Alto de la Cerrada, pero debido a la homogeneidad de los materiales que la forman: arenas, margas arenosas y areniscas, presenta unas laderas más tendidas y de perfil más uniforme.



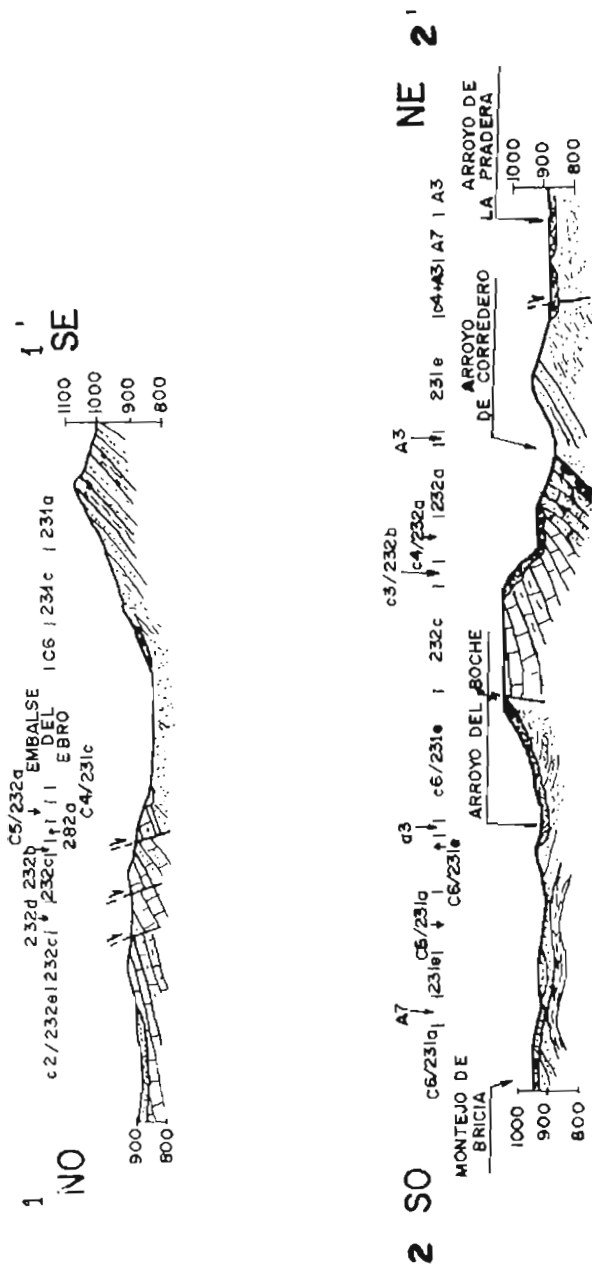


Fig. 23.— Cortes geológicos de la zona.

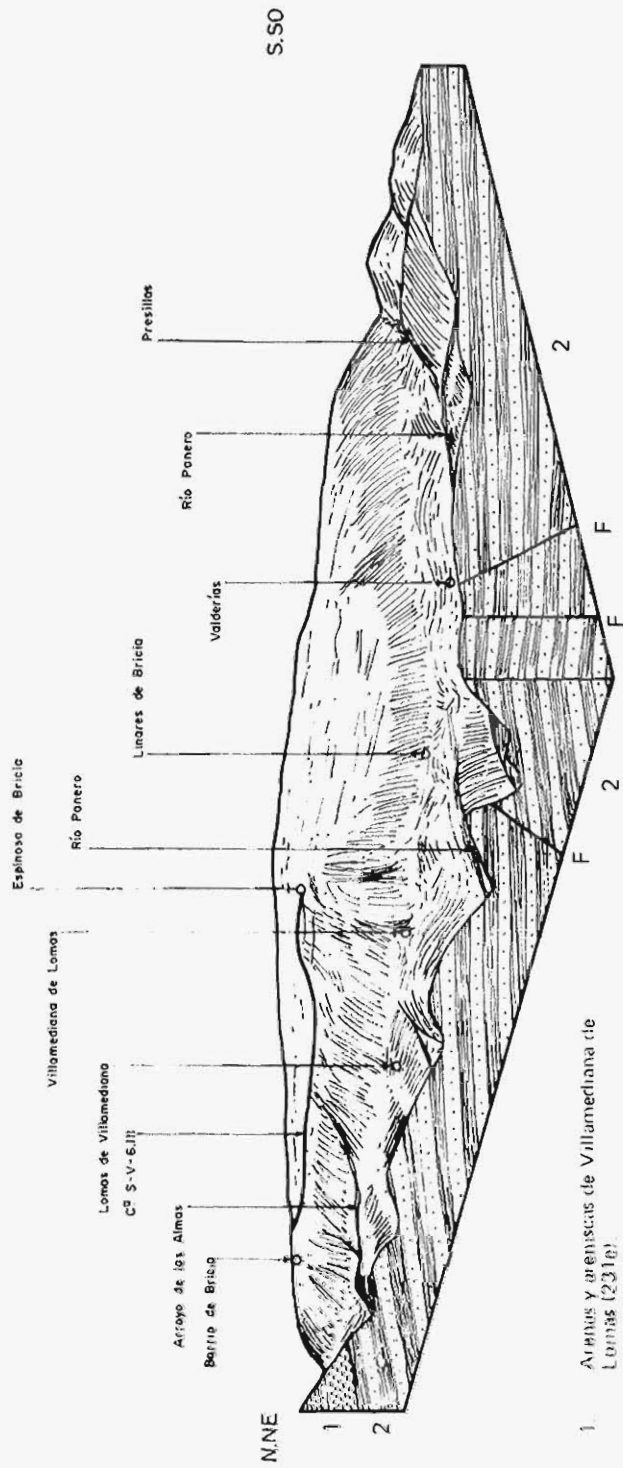


Fig. 24.— Bloque diagrama geomorfológico de la zona.

El borde Sur del embalse es también abrupto, alcanzando los 1080 m en el vértice de Cabañas de Tomasuco. Los barrancos torrenciales tienen pendiente pronunciada hacia el Norte y se encajan en la vertiente de forma notable. El buzamiento general es hacia el N; sin embargo entre Cabañas de Tomasuco y El Peñucal se dibuja un eje anticlinal de dirección ENE–OSO con flancos de 35–40° de inclinación. El contacto Sur con el Wealdense es, al menos en parte, mecánico; otras fallas transversales en los extremos del afloramiento desplazan las capas hacia el Norte contribuyendo a su inmersión bajo las aguas del embalse.


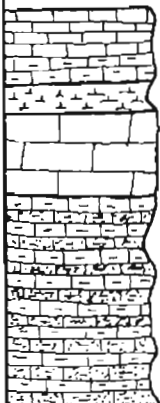
La subzona oriental viene determinada por el borde del Páramo de Bricia de unos 1100 m de altura media. Los valles son profundos y algunos bastante encajados; presentan una marcada orientación SE–NO en el Valdebezana en tanto que la dirección es NNE–SSO en el Alfoz de Bricia, y en ambos casos coinciden con los sistemas principales de fallas de uno y otro lugar.

Tectónicamente Valdebezana constituye un sinclinal de dirección NNO–SSE que sufre una inflexión por el Sur hasta orientarse de Oeste a Este; el flanco occidental se encuentra fallado longitudinalmente en tanto que el oriental se desarrolla normalmente aunque con buzamientos que alcanzan los 75° en Quintanilla de San Román.

El Alfoz de Bricia constituye un escarpe de casi 250 m de desnivel debido a la erosión, ya que el buzamiento isoclinal apenas alcanza los 15° hacia el E.

3.7.2 Columna Estratigráfica

En la columna estratigráfica que a continuación se establece vienen consignados todos los grupos geotécnicos que constituyen la zona.

COLUMNA LITOESTR.	REFERENCIA	DESCRIPCION	EDAD
	A3	Arenas silíceas sueltas con porcentajes variables de arcillas ligeramente plásticas.	Cuaternario
	C4	Arenas en general silíceas de matriz limo-arcillosa con cantos más o menos dispersos.	Cuaternario
	C6	Finos limosos y/o arcillosos con cantos poligénicos dispersos	Cuaternario
	232e (50)	Calizas detríticas de tonos crema de granos silíceos minoritarios y matriz calcárea, duras, en capas de 0,4–0,6 m y margas sabulosas masivas.	Cretácico
	232d (35)	Margas grises ligeramente plásticas, masivas.	Cretácico
	232c	Calizas grises, de grano fino a medio, dispuestas en bancos de 0,6 a 1,5m	Cretácico
	232b (35)	Alternancia de calizas detríticas de grano silíceo minoritario con margas grises arenosas con algunos tramos plásticos masivos.	Cretácico



3.7.3 Grupos Geotécnicos

ALUVIONES DE ARIJA (A-3)

Litología.— Arenas silíceas bien graduadas formadas por granos de cuarzo redondeados o subredondeados de tamaños comprendidos entre 0,2 y 4 mm, que incluyen cantillos cuarcíticos de hasta 3 cm de diámetro, perfectamente redondeados, dispersos en la masa en proporción del 5 al 8 por ciento; no existe cemento y dado que la matriz limosa apenas alcanza el 5 por ciento el conjunto se encuentra suelto sin cohesión alguna. Los tonos son blancos o amarillentos con zonas ocreas por concentración de óxidos férricos. En las áreas inundadas temporal o continuamente por las aguas del embalse del Ebro el conjunto queda cubierto por unos 5-10 cm de fango negro arcillo-limoso plástico y saturado de agua.

Estructura.— Aunque todo el material procede de la degradación de las arenas y areniscas del Wealdense y Albense, se ha alcanzado el depósito actual de diversas formas; así hay zonas de mayor proporción de cantos y otras donde éstos son inexistentes, no existen planos de discontinuidad claros, sino algunas alineaciones de granos discordantes con su yacente como corresponde a

un área de sedimentación continental con pequeños deltas torrenciales enlazados; no cabe sin embargo hablar de una estratificación cruzada claramente definida. Tanto en los bordes del embalse como en los arroyos

afluentes la morfología del conjunto es llana con ligera pendiente hacia el embalse de 10–12°.



Foto 46.— Frente de explotación abandonado en los aluviones de Arija. (Cuadrante 108–1).

Geotecnia.— Dada su situación morfológica no se producen movimientos espontáneos del terreno, pero debido a su escasa cohesión los taludes artificiales tallados a 50° se degradan rápidamente, aterrando las partes bajas. En estado natural su capacidad

portante es buena. Son ripables y con drenaje excelente, aunque el nivel freático se encuentra entre 1,5 y 3 m de la superficie del terreno. No se considera útil como préstamo, aunque sí puede utilizarse como arenero para hormigones hidráulicos. Su adhesividad a los betunes es baja.

COLUVIONES DEL ARROYO CARRALES (C4)

Litología.— Está compuesto este grupo de una masa areno—limosa formada por granos cuarzosos redondeados con una matriz limosa de tonos claros. Dispersos o en lentejones muy localizados pero siempre con trama abierta, aparecen clastos subangulosos de caliza y algunos de arenisca de tamaños medios (6–10 cm) con algunos bloques calcáreos diseminados.

Estructura.— Constituye un pie de monte continuo que ocupa la parte baja de la ladera y el fondo del barranco con pendientes comprendidas entre 20 y 35°. La mayor o menor concentración de cantos es muy variable sin que sea posible prever, dado el manto vegetal que lo cubre, áreas privilegiadas.

Geotecnia.— Los taludes naturales de equilibrio presentan pendientes de 35° mientras que en cortes artificiales soportan 50–60° con degradación lenta. Son materiales ripables que pueden utilizarse como préstamo. El nivel freático se encuentra entre 1 y 2 m por debajo de la superficie en el fondo del barranco. La capacidad portante es alta.

COLUVIONES DE SAN VICENTE DE VILLAMEZAN (C–6)

Litología.— Limos de tonos amarillos—ocres cohesivos, no plásticos que incluyen hasta un 30 por ciento de arenas silíceas finas; no presentan cantos de forma apreciable.

Estructura.— No aparecen planos de discontinuidad en el conjunto que tiene un aspecto masivo. Rellena las pequeñas hondonadas de la ladera sobre la que se asienta el pueblo, regularizando la pendiente, aunque la potencia es débil (1–2 m) en general.

Geotecnia.— Los taludes naturales de equilibrio presentan inclinaciones de 20–25°; sin embargo pueden tallarse artificialmente con 60° de inclinación sin grandes problemas de degradación. Los drenajes superficial y profundo son tolerables, siendo el material ripable y utilizable como préstamo. La capacidad portante es alta.

CALIZAS DETRITICAS Y MARGAS DE LA PEÑA DE LA HERMANDAD (232e)

Litología.— Alternancia de: 1) calizas esparíticas con abundantes granos silíceos redondeados incluídos, frecuentemente recristalizadas, dispuestas en bancos potentes de 0,6 a 1 m; y 2) margas grises algo sabulosas, masivas, cohesivas de disyunción nodular. Soportan un suelo eluvio–coluvial arenoso con cantos dispersos.

Estructura.— Constituyen el techo de la serie monoclin al cretácica de la península de La Magdalena que forma un arco de concavidad hacia el Norte con buzamientos de 25–30° dirigidos al NNE en su extremo occidental y al NO por el extremo oriental. El sistema principal de fracturas tiene dirección NE–SO; sin embargo el contacto mecánico por el Norte con el Wealdense se dirige de E a O.

Geotecnia.— Los taludes naturales presentan localmente pendientes estables de 70° de inclinación, siendo posible tallar taludes subverticales sin problemas importantes, al

menos para alturas de 10 m. El drenaje es bueno, tanto en superficie como en profundidad. El material no es ripable y debido a su escaso afloramiento no se considera explotable como cantera.



Foto 47.— Diferentes resistencias frente a la erosión de los materiales del Cretácico superior de la península de La Magdalena, 1) Grupo 232e; 2) Grupo 232d; 3) Grupo 232c; 4) Grupo 232b). (Cuadrante 108–3).

MARGAS DE LA MAGDALENA (232d)

Litología.— Margas grises masivas, bastante arcillosas, cohesivas y plásticas que incluyen en su masa niveles de calizas micríticas minoritarias. Las margas se alteran en superficie produciendo un eluvial de unos 80–120 cm bastante poroso.

Estructura.— Incluidas en la serie monoclinas de La Magdalena anteriormente descrita, han actuado como material incompetente frente a los empujes y fracturas, laminándose en algunos puntos y llegando a desaparecer en otros. Morfológicamente forman el fondo de vaguadas estrechas de pendientes fuertes, tanto longitudinal como transversalmente.

Geotecnia.— Los taludes naturales tienen una inclinación de unos 20° ; tallados artificialmente con inclinaciones de $50-55^{\circ}$, producen deslizamientos y solifluxión al mojarse, con aterramiento de cunetas. Son materiales ripables, incluso las capas calcáreas, pues son finas y se encuentran fisuradas. El drenaje es tolerable en superficie y malo en profundidad.

CALIZAS DEL CERRO DEL CASTRO (232c)

Litología.— Calizas micríticas de tonos grisáceos en superficie y ocre-rosadas en corte fresco, duras y compactas que muestran una recristalización espática apreciable y una fractura

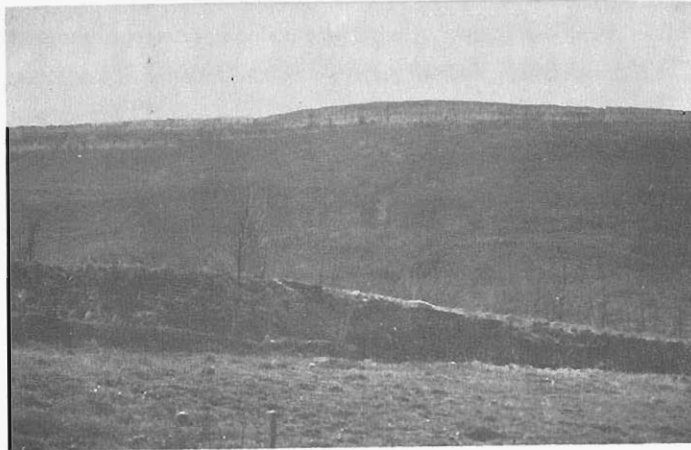


Foto 48.— Borde oriental del sinclinal cretácico de Quintanilla de San Román. (Cuadrante 108-1).

irregular pseudoconcoidea. Se presentan en capas de 20-50 cm poco diferenciadas cuyas juntas están constituídas por hiladas de 2-5 cm margosas grises y de disyunción hojosa.

Estructura.— En La Magdalena forman parte de la serie monoclinas descrita en el grupo 232e, afectándole además en este caso otra familia de fallas de dirección NO-SE. En Valdebezana constituyen

el núcleo del sinclinal situado al Sur de Villamediana de San Román. En el Alfoz de Bricia se presentan sensiblemente horizontales.

Los materiales de este grupo determinan las mayores altitudes de la zona bien sea como cumbres de perfil convexo bien como mesas; en ambos casos las laderas presentan pendientes notables.

Geotecnia.— Se han observado taludes naturales de 15-20 m de altura, subverticales sin problemas acusados; solamente en el cerro del Castro aparecen bloques desprendidos debido a la intensa fracturación existente allí. El drenaje es bueno en superficie y en profundidad. Se considera útil como material canterable, y no es ripable.

CALIZAS DETRITICAS Y MARGAS DE ESPINOSA DE BRICIA (232b)

Litología.— Alternancia de: 1) calizas esparíticas con abundantes granos silíceos incluidos en la masa y frecuentes recristalizaciones, duras y compactas, que se disponen en bancos de 0,4–0,6 m. y 2) margas grises bastante arenosas, cohesivas y bastante plásticas, de aspecto masivo. De forma discontinua aparecen recubiertas por un suelo coluvial de limos arenosos con cantos dispersos.

Estructura.— En La Magdalena el material se encuentra notablemente fracturado, con desplazamientos frecuentes debidos a las fallas. En el resto de la zona presentan inclinaciones suaves formando parte de las estructuras descritas en el grupo 232c. Morfológicamente componen laderas de pendiente acusada.

Geotecnia.— Los taludes naturales de equilibrio presentan inclinaciones de 35–40°, y los fallados artificialmente a 70° se degradan muy lentamente. Los grandes bancos calcáreos no son ripables, aunque las margas y las capas calcáreas incluidas en las mismas sí se consideran ripables en la capa superficial alterada (2–3 m). El drenaje es bueno en superficie y algo peor en profundidad. No son materiales canterables aunque los productos de desmonte son perfectamente utilizables como préstamo para terraplenes.

CONJUNTO DE QUINTANILLA DE SAN ROMAN (232a)

Litología.— Alternancia irregular de: 1) Areniscas de grano silíceo grueso (0,5–2 mm) con matriz de arena fina y escasa proporción de cemento calcáreo, de dureza media y ligeramente disgregables en superficie, que se disponen en bancos de 0,3–0,5 m con algunos planos de discontinuidad intermedios; 2) Calizas algo brechoides de tonos oscuros, duras y de disyunción lajosa en la base, micríticas con venillas de recristalización, duras y frágiles en la parte media y superior de la serie, que se presentan en capas de 15 a 40 cm; y 3) Margas grises, en general oscuras, con cierta proporción de arena incluida aunque siempre cohesivas y de plasticidad media, en capas finas de 8–15 cm apenas apreciables. Soportan suelos eluvio-coluviales, en general débiles, de arcillas más o menos arenosas, casi siempre localizadas sobre los tramos margosos.



Foto 49.— Borde del Páramo de Bricia desde el valle del río Panero. 1) Calizas del grupo 232c; 2) Calizas y margas del grupo 232b; 3) Areniscas, margas y calizas del grupo 232a; 4) Coluviones del arroyo de Carrales, grupo C6; 5) Pequeño afloramiento de areniscas del grupo 231e, (Cuadrante 108–2).

Estructura.— En La Magdalena acompañan al conjunto ya descrito, formando la alineación de cumbres más meridional. Los tramos calcáreos inferiores de la serie originan la aguda divisoria de Quintanilla de San Román, ya que aquí, el flanco Noreste del sinclinal Valdebezana, presenta sus estratos verticalizados. En el Alfoz de Bricia por el contrario las capas se disponen prácticamente horizontales. Constituye este grupo una serie de transición entre el régimen eminentemente detrítico del Infracretácico y el de origen químico del Cretácico superior por lo que la polaridad en él es manifiesta, con predominio de las areniscas en la base y de calizas y margas en las capas superiores.

Geotecnia.— Los taludes naturales del grupo presentan una inclinación media de unos 30–35°, y los tallados artificialmente a 65–70° con alturas de 10–12 m se mantienen en equilibrio con escasa degradación. El drenaje superficial es bueno y también lo es el interno salvo en las margas. Estas son ripables y también los 2–3 m superficiales de las areniscas; las calizas en cambio no son ripables, pero en cualquier caso su voladura no requiere el empleo de gran cantidad de explosivos. No se considera canterable, aunque los productos de excavación son perfectamente utilizables para terraplenes.

ARENAS Y ARENISCAS DE VILLAMEDIANA DE LOMAS (231e)

Litología.— Alternancia de: 1) Arenas blancas y amarillentas sueltas, de grano silíceo medio y fino, sin matriz ni cemento, y 2) Areniscas, también de grano silíceo, grueso en general (0,5 – 3 mm) con un 10 por ciento de matriz limo–arenosa y ligeramente cementadas con cemento de naturaleza silícea, de dureza media. Tanto uno como otro término presentan una estratificación difusa sin planos continuos; el paso de uno a otro se efectúa de forma gradual. Dispersos en la masa o formando pequeños cordones se encuentran cantillos cuarcíticos de 2 ó 4 cm de diámetro. El conjunto se recubre parcialmente de un suelo eluvial arenoso de 0,7 a 1 m de potencia, con abundante materia orgánica.

Estructura.— Tanto en Valdebezana como en el borde del Páramo de Bricia los buzamientos son suaves (prácticamente horizontales). Morfológicamente la alternancia de material disgregable con bancos algo más resistentes a la erosión produce un paisaje de cerros enhiestos, más o menos aislados, de cumbres redondeadas y barrancos poco encajados, con laderas tendidas.

Geotecnia.— Los taludes naturales presentan una inclinación media de 35°; artificialmente pueden tallarse con 60° de inclinación sin riesgos de movimientos del terreno. El drenaje tanto superficial como profundo es bueno. Las areniscas no son ripables, aunque sí lo son las arenas.

ARENAS, MARGAS Y LIGNITOS DE LAS ROZAS DE VALDEARROYO (231c)

Litología.— Alternancia irregular de: 1) Arenas silíceas de granos redondeados comprendidos entre 0,2 y 1 mm con matriz limosa minoritaria, y 2) Margas grises algo arcillosas, cohesivas y plásticas, con disyunción hojosa en lajas de 1–2 cm. Las margas incluyen de forma irregular capas más o menos lenticulares de lignitos cuya explotación se encuentra abandonada en la actualidad.

Estructura.— Forma la base de la sedimentación en la península de La Magdalena, y prácticamente la totalidad de la de Horna; en ambos casos aparece como una serie monoclinal de buzamiento suave. Al Sur de Las Rozas se dibuja un pliegue anticlinal de dirección OSO—ENE con buzamientos de 45–50° en ambos flancos.

Geotecnia.— La existencia de lignitos en la masa presta a ésta una notable labilidad por lo que son frecuentes los deslizamientos y hundimientos en las laderas. Conviene



Foto 50.— Aspecto general que ofrecen los materiales del grupo 231c. (Cuadrante 108—1).

también tener en cuenta las labores mineras abandonadas, frecuente causa de otros hundimientos. Los taludes naturales presentan inclinaciones de 20–25° y en los artificiales que se han tallado a 45° aún con alturas modestas se han producido pequeños deslizamientos. El drenaje es tolerable en superficie y malo en profundidad, siendo el conjunto ripable.

ARENISCAS Y LIMOLITAS DEL PUERTO DEL ESCUDO (231a)

Grupo descrito en la Zona 3.

3.7.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona

En el borde Sur del Embalse del Ebro las mineralizaciones lignitíferas del grupo 231c, producen deslizamientos constantes agravados por las labores mineras abandonadas, tanto en superficie como profundas; estas últimas también pueden ser causa de algunos hundimientos locales. Los torrentes afluentes directamente al embalse tienen gran capacidad erosiva lineal en el área de Las Rozas—Renedo. En el borde del páramo se producen algunos desprendimientos de bloques al quedar en bisera los bancos calizos, y el problema se acentúa en el cerro del Castro, debido a la fracturación intensa que sufre.

El resto de las áreas, o bien carecen de interés frente a los posibles trazados de carreteras, caso de las penínsulas del embalse, o no presentan problemas importantes, caso del Páramo de Brícia.

4. CONCLUSIONES GEOTECNICAS

4.1 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

A grandes rasgos, el tramo presenta cuatro tipos de formaciones geotécnicamente diferenciables:

- Formaciones rocosas de considerable potencia (cuarcitas, areniscas triásicas y permo—triásicas, dolomías, calizas, etc). Constituyen las laderas o la totalidad de las grandes sierras y algunas colinas adyacentes y cuya propia morfología plantea problemas de acceso y trazado de obras viales. En estas zonas se ubican las masas canterables y puede contarse con una excelente capacidad portante y escasos problemas de inestabilidad. Sin embargo conviene considerar las áreas de fracturación intensa (Hoces de Bárcena, Desfiladero de las Fraguas, borde del Páramo de Bricia), donde se producen desprendimientos de bloques bastante localizados.
- Formaciones compactas alterables (Facies Keuper, Facies Utrillas, margas jurásicas y cretácicas, lignitos). A pesar de que en las condiciones actuales la cubierta vegetal enmascara los fenómenos de agresividad y fluencia conviene tener en cuenta las condiciones pluviométricas del tramo, sobre todo en aquellas áreas yesíferas cuyo drenaje es deficiente. La capacidad portante puede considerarse mediana; los taludes sin embargo, salvo en el caso de los lignitos, presentan más problemas de degradación y erosión que de estabilidad.
- Formaciones de Facies Wealdense. Las mayores dificultades que presentan están originadas por su marcada variabilidad (tanto horizontal como vertical), de la naturaleza de los materiales, que impiden separar las áreas estables (areniscas), de las inestables, con frecuentes deslizamientos y hundimientos (arcillas). La capacidad portante de unas y otras es también diversa, buena para las primeras y deficientes para las segundas. No deben preverse en general taludes superiores a 30° cuando se atravesase el conjunto de los materiales de la serie.
- Formaciones recientes poco consolidadas (suelos limo—arcillosos, cauces fluviales, coluviales, etc). Ocupan la mayor parte de los valles y pies de laderas y son las que mayor incidencia pueden presentar sobre eventuales obras viales ya que presentan las condiciones de trazado más favorables. La capacidad portante es de media a alta, salvo en las zonas con

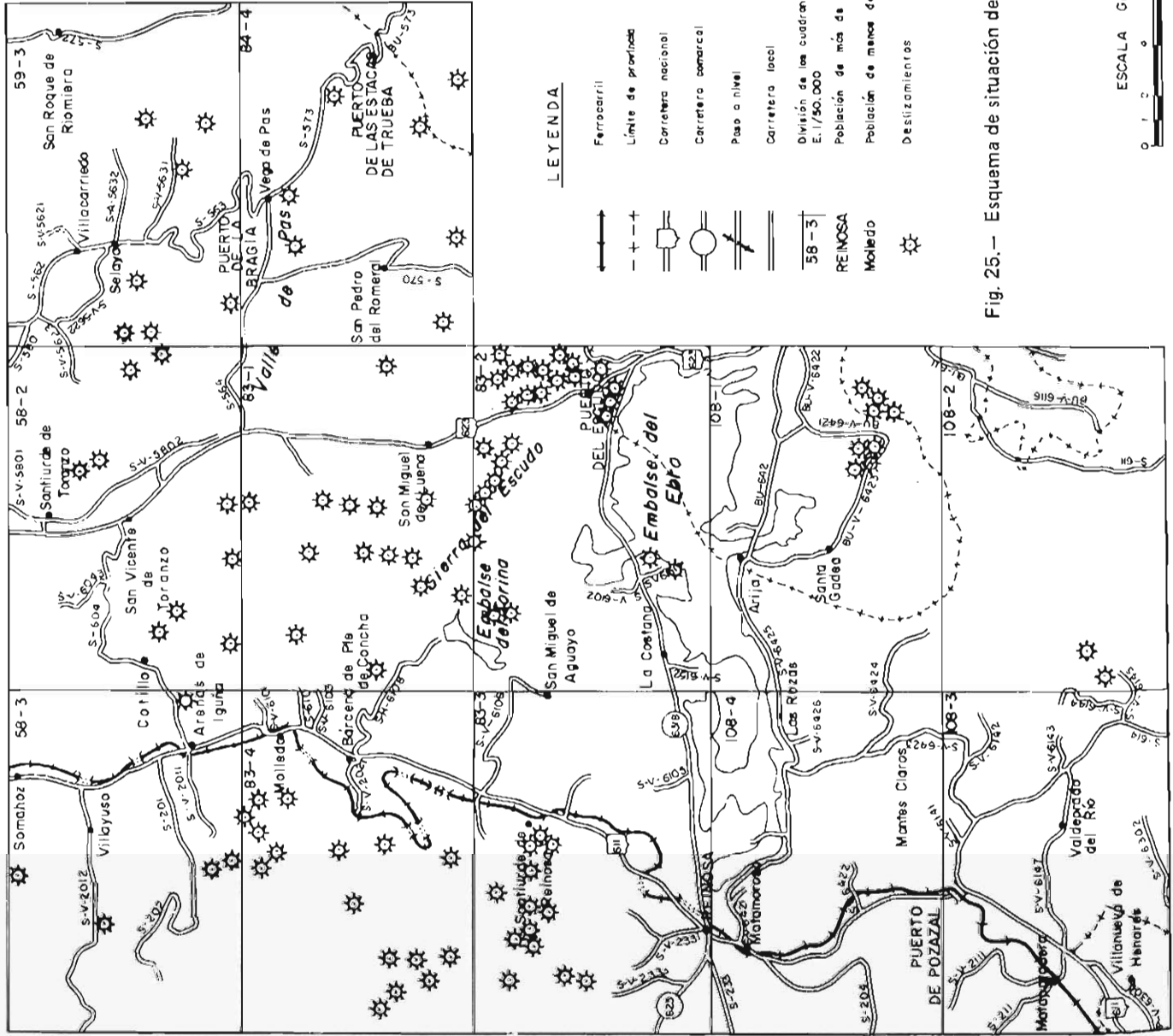


Fig. 25.— Esquema de situación de deslizamientos de terrenos observados en el tramo.

mal drenaje de las márgenes del Embalse del Ebro. No suelen plantearse problemas de estabilidad para los taludes o terraplenes moderados que puede exigir el cruce de estas formaciones.

Los tipos citados ocupan respectivamente el 22, 12, 60 y 6 por ciento de la extensión total del tramo.

Una tónica general del tramo es la humedad con abundante pluviometría y evapotranspiración moderada, lo que produce un balance hídrico excedentario la mayor parte del año (tanto más pronunciado cuanto más al NE). Los niveles freáticos están próximos a la superficie por lo general, y debe contarse con su influencia sobre la cimentación de obras de fábrica.

En la vertiente cantábrica la red de drenaje tiene carácter torrencial en los arroyos, y cabeceras de los ríos colectores, con fuertes desniveles y acusada energía erosiva. Dentro del tramo

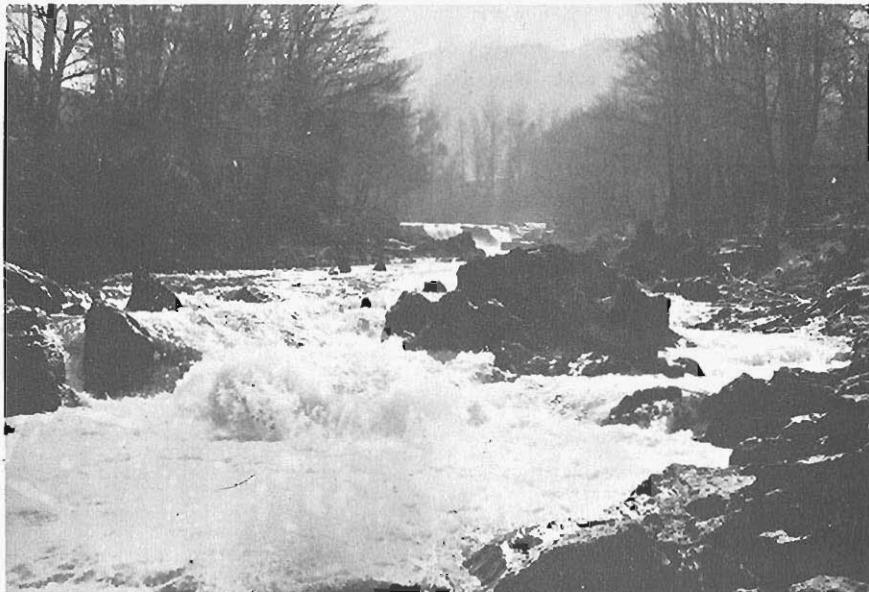


Foto 51.— Rápidos del río Pas en Prases, donde se muestra la energía erosiva de los ríos de la vertiente cantábrica. (Cuadrante 58—2).

aparecen únicamente en su curso alto y medio, con numerosos congostos. La dirección general es S—N, sin inflexiones apreciables y con curso marcadamente rectilíneo; en los escasos ensanchamientos de los valles, los llanos aluviales presentan depósitos de granulometría gruesa. La densidad de la red decrece de Este a Oeste, pero en cualquier caso es suficiente para asegurar el drenaje superficial.

La cuenca del Ebro presenta en el tramo dos características diferentes, según su zona de desagüe se sitúe en ó a partir del Embalse del Ebro. Aguas arriba de éste es una red de escaso poder erosivo con cauces dispuestos sobre llanuras y curso poco definido. Aguas abajo de la presa, sin embargo, los ríos se encajan, siendo su erosión principalmente lineal con fuertes desniveles, cauces poco ramificados y de curso rectilíneo.

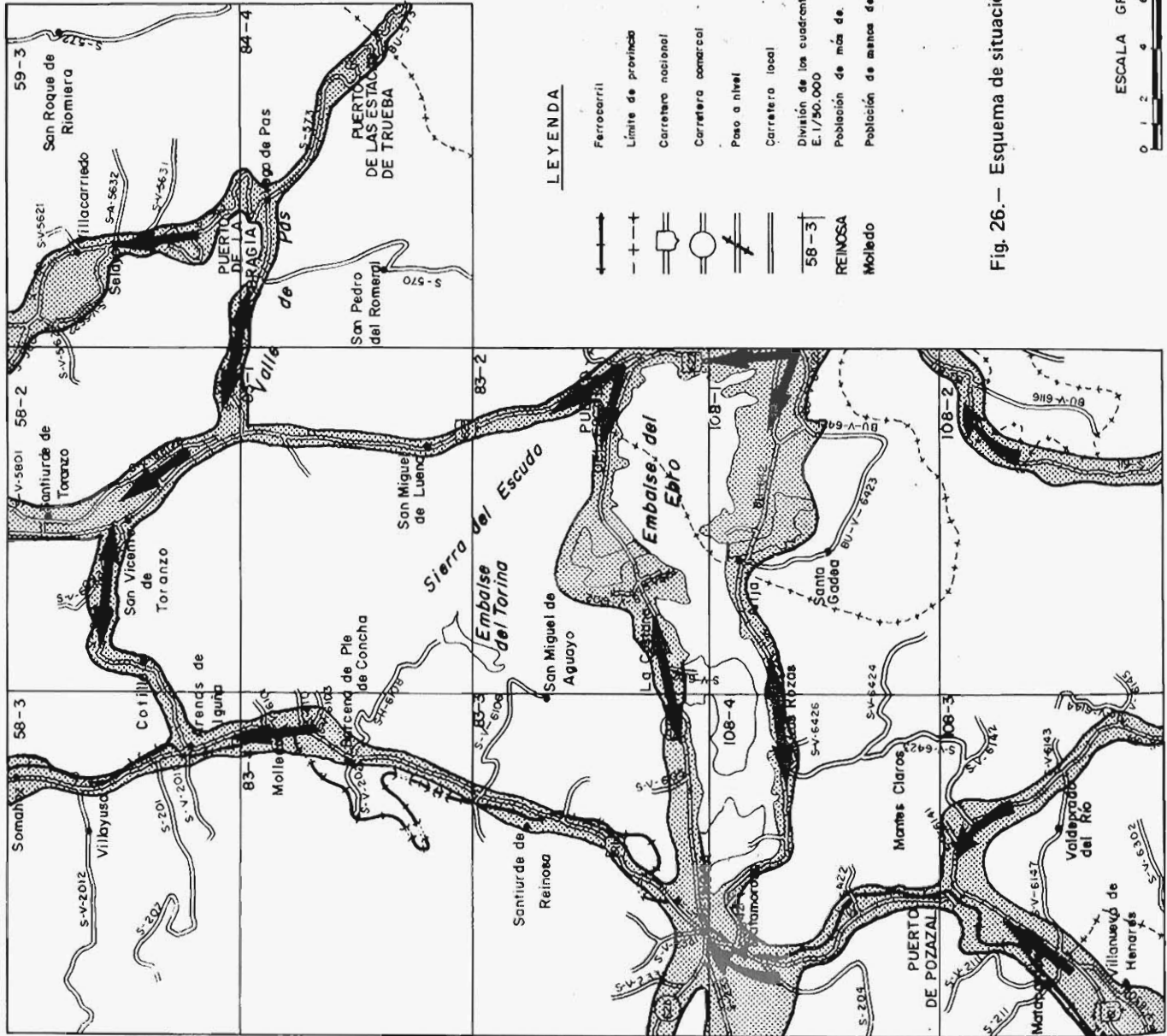


Fig. 26.— Esquema de situación de corredores de trazado sugeridos.

La escasa representación de la vertiente atlántica que constituye la cabecera del río Camesa, muestra un predominio de la erosión areolar, con zonas de drenaje superficial malo y baja densidad de cauces secundarios definidos.

La sismicidad de la zona se encuentra comprendida entre los grados IV y VI y su influencia para obras de carretera se considera reducida. En cualquier caso debe tenerse en cuenta sobre todo en la excavación de taludes rocosos fracturados y en los situados en las formaciones wealdenses saturadas o con niveles freáticos colgados.

4.2 CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

En líneas generales pueden señalarse para las grandes obras viales, líneas de penetración N-S, según corredores que vienen obligados por la morfología y características del terreno y cuyo esquema aparece en la figura adjunta.

Los corredores representados constituyen las zonas con menores problemas geotécnicos y de trazado aunque, naturalmente, pueden existir condiciones especiales que obliguen a afrontar obras extraordinarias fuera del tramo mismo. En cualquier caso, y dada la accidentada topografía del mismo, ninguno de ellos es plenamente satisfactorio ya que la estrechez de los valles y las fuertes pendientes condicionan grandemente los trazados.

Existen dos corredores principales situados a uno y otro lado de las sierras centrales, con tres pasillos de intercomunicación entre ambos y un tercer trazado alternativo por el extremo nororiental del tramo de escaso desarrollo dentro del mismo.

El corredor occidental penetra en el tramo siguiendo el valle del río Camesa aguas abajo de Mataporquera y sigue el trazado de la actual carretera N-611 Palencia-Santander hasta abandonar en Somahoz. El acceso Sur puede también abordarse desde Valderredible a través del valle del río Ebro hasta Bárcena de Ebro, y a partir de aquí por el del río Polla hasta el Puerto de Pozaza! donde enlaza con el anterior.

Este trazado presenta algunas dificultades en la vertiente Sur del Puerto de Pozaza! debido a la acumulación de nieve por los vientos dominantes del SO. Entre Fombellida y Cervatos, el valle sufre un estrechamiento fácilmente salvable con pequeñas voladuras; a partir de aquí y hasta sobrepasado Reinosa la amplitud del corredor no ofrece dificultades mayores. Esta ciudad se encuentra sobre el collado de Cañeda desde el que y hasta Bárcena de Pié de Concha se presentan los problemas principales del corredor debidos al encajamiento del valle del río Besaya, cuya adecuación a carreteras de alta velocidad obligaría a enormes movimientos de tierras; por otra parte el desnivel entre ambos puntos es de unos 500 m para un desarrollo de 17 Km en el actual trazado. Entre Bárcena y Las Fraguas el valle se ensancha sin mayores problemas, pero entre este último pueblo y la salida del tramo el estrechamiento del valle es aún mayor que el antedescrito con puntos de unos 120-130 metros de anchura en los que se ubican el cauce, el ferrocarril y la carretera.

En cuanto a condiciones de asiento del firme sólo parece que puedan presentarse problemas en la ejecución de la variante de Reinoso, que obliga a la construcción de dos nuevos puentes sobre los ríos Hajar y Ebro, y cuya cimentación tendría que ubicarse sobre materiales de facies Keuper.

El acceso alternativo por el Sur tiene su principal dificultad en la zona comprendida entre Bárcena de Ebro y Reocín de Molinos en el que el estrechamiento del valle coincide con una zona de complejidad tectónica con posibles desprendimientos en los taludes.

Los materiales de construcción susceptibles de empleo en el corredor occidental presentan calidades muy diversas, desde las ofitas de los alrededores de Cervatos, eventualmente utilizables como integrantes de la capa de rodadura, hasta las calizas jurásicas, cuyo empleo creemos debe reducirse a las capas de base y subbase. Los volúmenes aprovechables en los distintos casos son de unos 16 millones de metros cúbicos de calizas jurásicas, 4.690.000 m³ de calizas de dureza alta del Liásico, un millón de metros cúbicos de dolomías y unos 600.000 m³ de ofitas.

En cuanto a los materiales sueltos, gravas y arenas, son utilizables unos 160.000 m³ repartidos entre los cauces de los ríos Hajar y Besaya.

El corredor oriental accede al tramo por el valle del río Panero, por el que asciende hasta el Puerto de Carrales (inmediatamente al exterior del borde E del tramo), continúa por la margen Este del Embalse del Ebro, ascendiendo al Puerto de Escudo para continuar paralelo al trazado actual de la carretera N-623 hasta abandonar el tramo en las inmediaciones de Prases.

La primera parte de este corredor no presenta mayores dificultades toda vez que aunque el valle del río Panero adolece de cierta estrechez, permite rectificaciones del actual trazado de la Carretera S-611 con escasos movimientos de tierras. Los verdaderos problemas aparecen en el cruce de la Cordillera Cantábrica por el Puerto del Escudo de 1011 m de cota (P.K. 334), con fuertes rampas sobre todo en su vertiente Norte, ya que San Miguel de Luena se sitúa a 410 m sobre el nivel del mar en el P.K. 341. El actual trazado es difícilmente modificable pues los deslizamientos de ladera de amplia envergadura y bastante activos aparecen por doquier y con extensión superficial considerable.

Esta es la razón del abandono de la construcción de la variante que utilizaba el collado de Urbaneja, donde en la actualidad se pueden ver desniveles en la explanación de hasta 1 m, con frecuentes aterramientos y surgencias en los taludes; aún en este caso la diferencia de cotas entre ambos pasos es de unos 45 m únicamente. Superado el puerto, el valle del arroyo de La Magdalena, y desde Entrambasestas el del río Pas, permite sin excesivos movimientos de tierras, el rectificado y ensanche del actual trazado.

La posible solución mediante un túnel ofrece un primer trazado con embocadura Sur por el valle situado entre las actuales carreteras N-623 y BU-570; esta entrada presenta las dificultades normales debidas a la existencia de suelos coluviales y alteración superficial de las areniscas con un nivel freático superficial de caudal escaso (3-5 l/seg) pero prácticamente constante. La galería en profundidad, y teniendo en cuenta los problemas que aparecen en el túnel de La Engaña (F.C.

Santander—Mediterráneo), debería considerar la necesidad de un revestimiento contínuo y la probabilidad de diversos acuíferos en los contactos entre bancos potentes de areniscas y aleuritas. Sin embargo las mayores dificultades se presentarían en la embocadura Norte, situada en la cabecera del valle del arroyo de La Magdalena; en ella los suelos son potentes, prácticamente saturados de agua y con deslizamientos espontáneos frecuentes, por otra parte la estrechez del valle obligaría a frecuentes desmontes con el riesgo de taludes inestables que ello comporta.

Otros posibles trazados, a partir del caserío de Corconte acortarían algo el trazado subterráneo pero por la misma razón el desnivel salvado sería menor, lo que obligaría a la utilización del actual trazado en unos 1000 m suplementarios precisamente en la zona donde las pendientes son más pronunciadas; en cualquier caso las dificultades geotécnicas de galería y embocadura serían las mismas.

La tectónica local no parece aportar dificultades adicionales, pero conviene considerar el alcance del estudio presente en el que se contempla la solución túnel como simple hipótesis general, sin que haya sido nuestro propósito profundizar en ella.

Las posibilidades de aprovechamiento de materiales naturales en este corredor son muy limitadas, ya que en casi su totalidad discurre sobre la Facies Wealdense cuya litología no es apta para la apertura de canteras útiles para obras de carreteras. Los afloramientos jurásicos de San Miguel de Luena y Santiurde de Toranzo, proporcionan en conjunto unos 500.000 m³ de calizas, útiles para capas de base y subbase, y los suelos aluviales del borde oriental del Embalse del Ebro, presentan unas reservas de unos 200.000 m³ de arena silíceo aprovechable para morteros de hormigón.

El enlace septentrional entre ambos corredores sigue el valle del río Casares desde su desembocadura en el Besaya (corredor occidental) hasta el paso del Portillón con un ligero estrechamiento en Barriopalacio fácilmente salvable. La bajada desde el Portillón hasta San Vicente de Toranzo presenta mayores dificultades, toda vez que a partir de Castillo Pedroso los desniveles son importantes sin grandes posibilidades de aumentar el desarrollo de la actual carretera local S—604. Este trazado implica las dificultades inherentes a los materiales de Facies Keuper subyacentes entre Arenas de Iguña y Raicedo, cuyos contactos son además mecánicos. Hacia el E, superando Barrio Palacio, no existen grandes problemas ya que la estructura del Jurásico, en suave sinclinal de eje NNO—SSE permite que, en ambas laderas, las excavaciones de las margas se hagan siempre sobre el talud estructural.

Desde este pasillo de enlace, tiene acceso una posible cantera de calizas jurásicas de un millón de metros cúbicos de reservas estimadas.

Los otros dos enlaces se sitúan en las márgenes Norte y Sur del Embalse del Ebro; el del borde septentrional ofrece menores dificultades topográficas con un trazado bastante rectilíneo de la carretera comarcal 6318 salvo en las inmediaciones de la Población de Yuso. En la margen Sur la morfología es más accidentada con pendientes de ladera acusadas y numerosos barrancos encajados entre Bolmir y Arija; superado este último pueblo no existen otros obstáculos importantes.

Los materiales subyacentes determinan problemas concretos en uno y otro caso. Al Norte, entre el cruce de La Riba y el Pinar de Corconte las arcillas y yesos del Keuper son causa de algunos asientos detectados en las construcciones del área. Por el Sur las capas lignitíferas con buzamiento en cuesta son causa de frecuentes deslizamientos que, si bien son de poca entidad, afectan en algunos puntos a la carretera local existente.

En las inmediaciones del borde Norte del embalse se sitúan yacimientos rocosos de calizas (220.000 m³) y ofitas (150.000 m³), así como un posible aprovechamiento de unos quince mil metros cúbicos de arena silíceo en el aluvial del río de la Población. La actual explotación de Arenas de Arijá, en la margen meridional, presenta unas reservas que superan el millón de metros cúbicos de arena silíceo y gravilla redondeada de la misma naturaleza.

Por fin el corredor alternativo del Nordeste incluye en su trazado los puertos de Las Estacas de Trueba (extremo Sur) y de La Braguía (entre Vega de Pas y Selaya). En ambos casos los desniveles son fuertes: 1150 m Puerto de Las Estacas (PK. 24 de la carretera local S-573); 660 m cruce de la Estación de Yera (PK. 32,5 de la misma); 720 m Puerto de la Braguía (PK. 35 de la carretera local S-563); 360 m en Vega de Pas (PK. 29 de la misma), sin que existan grandes posibilidades de mejorar los trazados con mayores desarrollos, al menos en el primer caso, dado que el valle del río Yera se presenta muy encajado. Por el Norte, superado el Puerto de La Braguía, el valle del río Pisueña se ofrece amplio y sin dificultades hasta el final del tramo. Tanto en uno como en otro puerto el yacente es la Facies Wealdense, cuyas laderas, sobre todo en las zonas de acumulación de coluviones, presentan frecuentes deslizamientos. Las arcillas y yesos del Keuper de Santibáñez-Tezanes son sin embargo fácilmente soslayables ya que el valle del río Pisueña presenta depósitos aluviales amplios y de suficiente capacidad portante. Son accesibles desde este corredor los yacimientos de ofitas en Santibáñez (400.000 m³) y de calizas en Aloños (10.000 m³).

El enlace entre Vega de Pas y Entrambasmiestas ofrece las dificultades de un valle bastante poblado con múltiples construcciones bordeando la carretera actual S-564 cuyos taludes por otra parte son fuertes y de altura considerable.

5. ESTUDIO DE YACIMIENTOS



Foto 52.— Cantera de calizas liásicas en Mataporquera (Cuadrante 108-3).

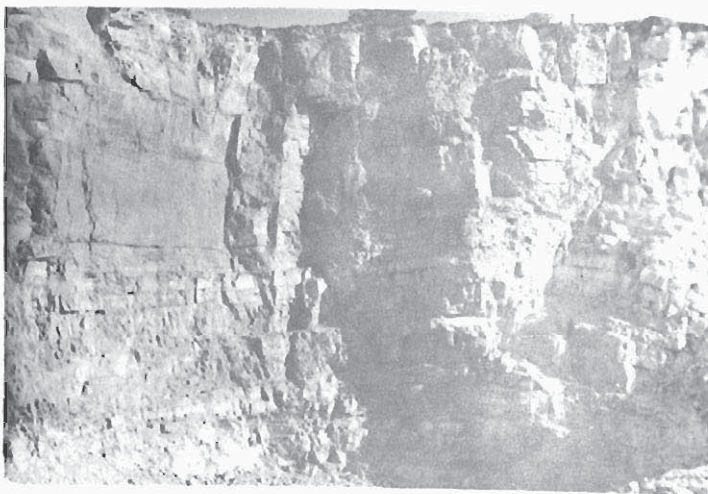


Foto 53.— Frente de explotación de calizas dolomíticas del Muschelkalk En Salces. (Cuadrante 83-3).

Los cuadros adjuntos exponen de manera resumida, pero suficientemente completa, las principales características tanto de los yacimientos considerados en este tramo, como del material que los integra.

Las identificaciones petrográficas llevadas a cabo mediante el estudio en las correspondientes láminas delgadas, quedan también reflejadas en dichos cuadros—resumen. Por último, se hace una estimación sobre la accesibilidad, explotabilidad y posibles usos de los materiales reseñados.

Se consigna también un croquis de situación de yacimientos en el que se indican las vías públicas de acceso a cada uno de ellos.

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

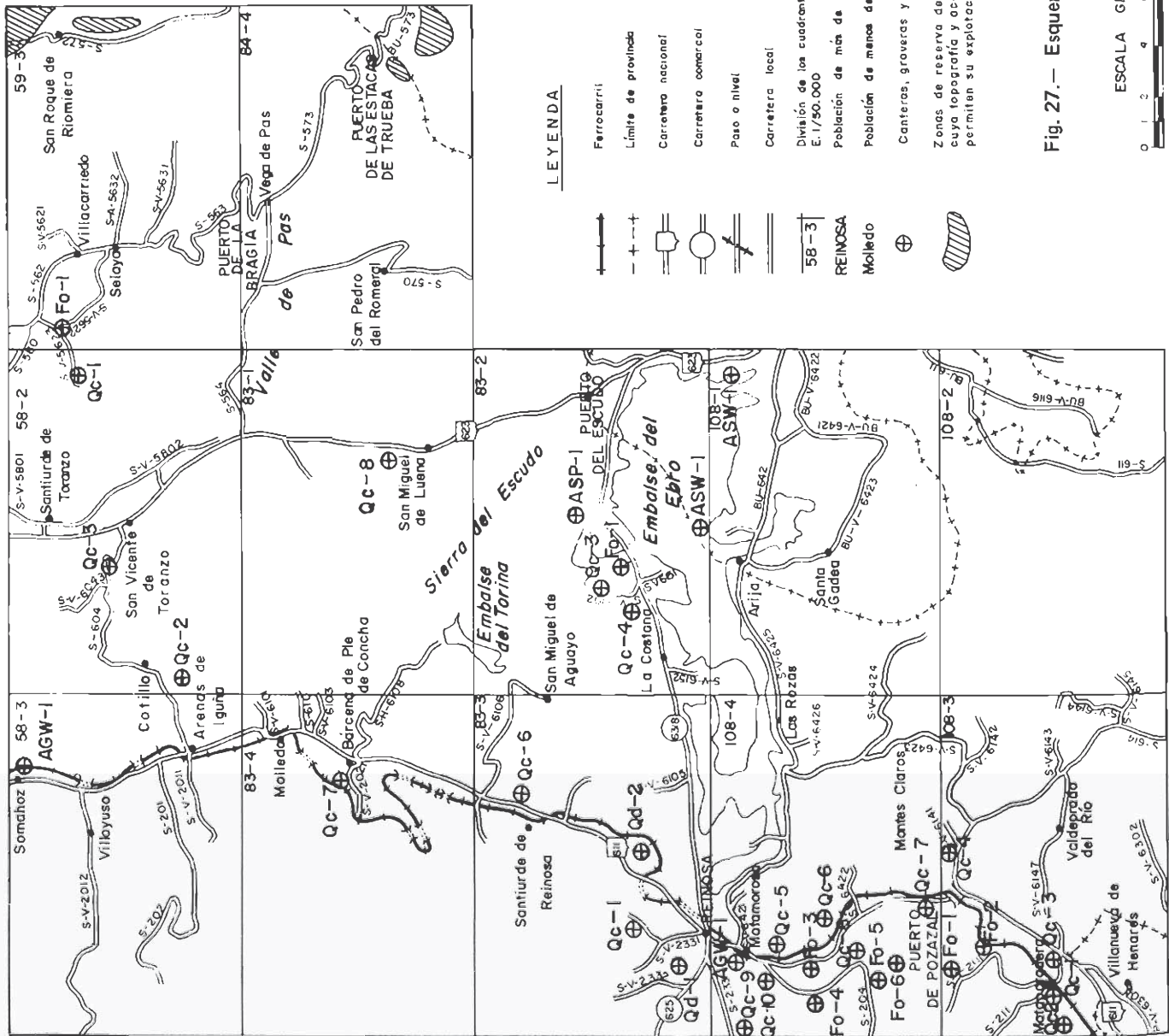


Fig. 27.— Esquema de situación de canteras, graveras y areneros.

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



Foto 54.— Explotación de arenas junto al embalse del Ebro, (Cuadrante 108-4).

5.1 CANTERAS

Aparte de los yacimientos rocosos que han sido considerados explotables en el tramo, corresponden a calizas liásicas, jurásicas y triásicas (Muschelkalk), así como las ofitas del Triásico. Las reservas totales suministradas por estos yacimientos superan los 24.020.000 m³, que se reparten en 22.840.000 m³ de calizas, y 1.180.000 m³ de materiales ígneos (ofitas).

Es de señalar por su importancia un yacimiento de ofitas sin explotar junto al pueblo de Santibáñez (Cuadrante 59-3) junto a la carretera local SV-5622.

5.2 GRAVERAS

Se han considerado 5 yacimientos granulares con volúmenes explotables generalmente bajos. El volumen total de material útil se cifra en 1.375.000 m³.

En general corresponden a yacimientos de tipo GW y SW (gravas y arenas bien graduadas).

5.3 PRESTAMOS

Por creerse prematuro no se han definido los posibles yacimientos de préstamos; pero sí se pueden considerar interesante, a priori, los coluviales y terrazas del tipo GM y GC (gravas limosas y arcillosas) y que corresponden a los grupos geotécnicos T-1, C1 y C3.

5.4 YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON DETALLE

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

Fo-1	59-3	Qc-1	108-3	ASW-1	108-1
Qc-8	83-1	Qc-10	108-4	AGW-1	108-4
Fo-1	83-2	Fo-3			
Qc-1	83-3	Fo-5			
Qc-2		Fo-6			
Qd-1					

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

Y A C I M I E N T O S R O C O S O S												
IDENTIFICACION	MATERIAL		LOCALIZACION		ENSAYOS				EXPLOTACION		OBSERVACIONES (4)	
	TIPO DE ROCA	COMPOSICION Y TEXTURA	HOJA (1:50000)	COORDENADA	ANGULOS (1)	% P.C.	% P.D.	% S.C.	PULMIMENTO (2)	RECUBRIMIENTO (3)		VOLUMEN (m ³)
Oc-1	Caliza	Caliza oscura margosa de dureza media; fisuración media. Roca de matriz esparítica (tamano de grano superior a 6 μ) con algunos fosiles.	58	0°10'40" O 43°13'50" N					0,3	10.000	0,80	Junto a la C.L.S.V. 5623. Bancos isoclineales de 0,3-0,5 m y buzamiento 30° S.E. Cantera abandonada. M.B.
Oc-2	Caliza	Roca gris, de grano fino, compacta, de fractura irregular, abundantes recristalizaciones de calcita.	58	0°19'30" O 43°11'25" N					0	1000000	0,80	Junto al P.K. 4 de la C ³ S-604 y unos 300 m por un camino en mal estado. Yacimiento sin explotar junto al pueblo de Bartolopalacio. M.B. C.B.
Oc-3	Caliza	Roca gris, en bancos tabeados de 15-20 cm con algunas intercalaciones margosas, grano fino, fosilifera y con pocas recristalizaciones.	58	0°16'15" O 43°13'00" N					0	3000000	0,70	Junto al P.K. 14 de la C ¹ S. 604. Yacimiento sin explotar.
Fo-1	Ofita (Diabasa)	Material oscuro, ligeramente verdoso, duro, de textura olítica. Componentes principales: plagioclasa, augita. Componentes secundarios: sericita, serpenitina. Componentes accesorios: opacos, apatito.	59	0° 9'30" O 43°14'10" N					1,0	4000000	0,90	Junto al P.K. de la C ⁴ S.V. -5622. C.R.-M.B.
Oc-7	Caliza	Roca gris oscura, de grano muy fino, compacta de fractura irregular. Tamaño de grano submicroscópico. Con restos fosilíferos.	83	0°23'20" O 43°07'15" N					1,0	20000	0,7	Cantera abandonada en el P.K. 2 de la C ³ S.V. 2021 junto al camino. M.B.-C.B.
Oc-8	Caliza	Roca gris oscura formada por una matriz esparítica con algunos restos fosiles pero escasos dentro de la formación. Aparecen como accesorios algunos opacos y material arcilloso.	83	0°13'20" O 43°06'50" N					1,0	200000	0,7	Junto al P.K. 341 de la C.N.-623 y unos 100 m por un camino en mal estado. Serie poco plugada, con buzamiento monoclinal de 10-15° hacia el N. M.B.-C.B.
Oc-6	Caliza	Roca rugosa de grano fino, compacta, fractura irregular y textura microcristalina, algo bituminosa. Componentes principales: Calcita. Componentes accesorios: Materiales arcillosos y opacos.	83	0°23'30" O 43° 3'50" N	23,01	100	0	100	0,5	3000000	0,85	Junto al P.K. 149,7 de la C.N.-611. Bancos socinales de 0,6-1,5 m buzamiento 25° S50. M.B.-
Oc-1	Caliza	Roca grisácea de grano fino, compacta, fractura irregular microcristalina.	83	0°27' 0" O 43°01'20" N					1,2	200000	0,75	Junto a la C.L.-S.V. 2331, capás de 10-50 cm bien estratificada dirección E-W con buzamiento de 20°N.-M.B., C.B., C.I.
Oc-2	Caliza	Roca oscura de grano medio con betas de calcita blanca compacta, textura alfanítica.	83	0°25'20" O 43°01'20" N	23,4	100	0	100	0,8	60000	0,7	200 m de mal camino desde la C.N.-611. Fracturación apricada; bancos gruesos con buzamiento de 40° a NNO-M B C.B.-C.I.
Oc-4	Caliza	Roca de color gris oscuro de grano submicroscópico, en claro proceso de recristalización. Textura alfanítica. Componentes principales: Calcita. Componentes accesorios: Materiales arcillosos y opacos.	83	0°17'40" O 43° 1'50" N					0,8	20000	0,7	300 m de camino en mal estado desde la C.C.-6318. Bancos de 0,6-1 m subhorizontales. M.B.-C.B.
Oc-3	Caliza	Material gris de grano fino, en parte recristalizado. Textura alfanítica. Componentes principales: Calcita. Componentes accesorios: Cuarzo, restos fosilíferos, materiales arcillosos, opacos.	83	0°17'30" O 43° 2'20" N					1,5	1000000	0,7	Junto a la C.L.S.V.-6102, capás de 15-30 cm bastante fisuradas y con buzamiento suave al N.-M.B.-C.B.
Fo-1	Ofita (Diabasa)	Roca gris verdosa, dura y compacta, de fractura irregular. Textura olítica. Componentes principales: Plagioclasa, proxiene monoclinica. Componentes secundarios: Sericita, serpenitina, feldespato potásico, apatito y opacos.	83	0°16'20" O 43°02'00" N	18	100	0	100	1,3	1500000	0,7	100 m de buen camino desde la C.C.-6318 en todo caso el recubrimiento es cont. e importante, sin embargo las reservas pueden doblarse probablemente C.V.

(1) Continente de desgaste "Los Angeles" para granulometría A.
 (2) Procedimientos de inmersión estática en baño de agua a 50°C durante 24 horas del I.C.P.C. y Norma N.L.T. 166/69. Logante B.80-100. P.C.
 (3) Ensayo de desgaste con la máquina de pulimento solicitada, de acuerdo con las normas N.L.T. 174/69 y N.L.T. 1/5/69.
 (4) Utilización C.U. = Cualquier uso H.H. = Hormigones hidraúlicos, M.B. = Mezcla bituminosa, C.B. = Capas bituminosas, P.D. = Piedras cubiertas, P.C. = Puntos de control, S.D. = Superficie de cubrimiento, S.C. = Superficie de cubrimiento.

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

IDENTIFICACION	MATERIA		LOCALIZACION		ENSAYOS			EXPLOTACION	OBSERVACIONES (4)				
	TIPO DE ROCA	COMPOSICION Y TEXTURA	EDAD	HOJA (1:50000)	COORDENAD	ANGULES (1)	% C. a. P. D.			% Z. D.	% S. C.	PULVIMENTO (3)	RECUB. VOLUM. APRV (m ³)
Qc-1	Dolomita calcárea	Material gris azulado oscuro de grano fino, compacto, fractura irregular, algo ligosa. Textura granoblástica. Componentes principales: Dolomita, calcita. Componentes accesorios: Materiales arcillosos, opacos.	Muschelkalk	83	0°28'40" O 43°0'40" N					0.5	1000000	0.75	100 m. de buen camino desde la CC. 625 junto a Saltes. Pliegues ant. muy suaves M.B. -C.I.
Qc-1	Caliza	Roca grisácea de grano fino, con algunas recristalizaciones, fractura irregular. Componentes principales: Calcita, cuarzo. Componentes accesorios: Materiales arcillosos y óxidos de hierro. Textura alfanítica.	Liásico	108	0°29'25" O 42°52'25" N	100	0	96		0.7	500000	0.85	Junto al P.K. 0.700 de la C.L.-S-811. Canteras activa - Bancos de 1-2 m. de buzamiento suave hacia el ONO. M.B. -H.H.
Qc-2	Caliza	Material gris, duro y compacto, ligeramente recristalizado y dolomítico.	Liásico	108	0°29'55" O 42°51'55" N					0.5	300000	0.85	Acceso por camino en regular estado desde Metaporuera. Capas potentes isoclinales con 15° de buzamiento al O.M.B. -C.B. -C.I.
Qc-3	Caliza	Roca gris negruzca de grano fino, compacto, textura alfanítica, micrítica	Jurásico	108	0°27'30" O 42°52'30" N					0.8	151067	0.5	Junto al C.N.-611 - Capas de 20-30 cm. de espesor con marges. Buzamiento al O. Capas. Buzamiento poco regular mandalut para aridos. C.B. -C.I.
Qc-4	Caliza	Roca gris oscura de grano submicroscópico, compacto, ligeramente recristalizada. Componentes principales: Calcita, microcristalinos. Componentes accesorios: Materiales arcillosos, cuarzo, opacos.	Jurásico	108	0°24'10" O 42°55'00" N					0.5	800000	0.7	Junto al P.K.1 de la C.L.S.V.-6141 - Capas isoclinales de 20-30 cm. con intercalaciones marinosas, buzamiento 35° al ENE. Util para macadam, C.B. y C.I.
Qc-5	Caliza	Material oscuro, ligeramente bituminoso, duro y compacto, de fractura irregular, con betas de recristalización por calcita.	Liásico	108	0°27'40" O 42°56'00" N					0.9	1750000	0.7	Camino de 100 m. en regular estado que parte del P.K. 135.9 de la C.N.-611. Es bastante fracturado. M.B. -C.B. -C.I.
Qc-6	Caliza	Roca gris, dura y compacta, de fractura irregular, textura alfanítica ligeramente recristalizada. Componentes principales: Calcita. Componentes accesorios: Materiales arcillosos y opacos.	Liásico	108	0°26'30" O 42°57'00" N	100	0	100		1	800000	0.8	Cantera parada de la RENFE, junto al F.C. -Palencia-Santander. Escarpes de 400 m. de camino en regular estado desde la C.N.-611. Bancos potentes, algo fracturados, isoclinales, buzamiento suave al E. M.B. -
Qc-7	Caliza	Material gris, compacto, duro, prácticamente 100% de CO ₂ . Textura alfanítica.	Liásico	108	0°26'20" O 42°55'30" N					1.5	200000	0.75	Masa canterable junto al Pto. de Pozaral, buen acceso desde la C.N.-611 Subhorizontal en bancos potentes. -M. B.-C.B.
Qc-8	Caliza	Roca gris clara, muy recristalizada, esparítica. Componentes principales: Calcita. Componentes accesorios: Materiales arcillosos.	Liásico	108	0°27'30" O 42°57'00" N					0.4	500000	0.8	C.V. que parte de la C.L.-5-204. Bancos gruesos poco diferenciados, buzamiento al NNE. C.B. -C.I. -M.B. -H.H.
Qc-9	Caliza	Material grisáceo de grano fino, compacto, algo recristalizado. Componentes principales: Calcita, cuarzo. Componentes accesorios: Materiales arcillosos, óxidos de hierro. Textura alfanítica.	Liásico	108	0°30'00" O 42°59'25" N					0.8	250000	0.75	500 m. de camino en mal estado desde izara. Bancos de 0.8-1.3 m. fracturados con buzamiento de 15-20° al NE. C.B. C.I.
Qc-10	Caliza	Roca gris azulado de grano submicroscópico, ligeramente recristalizada, dura y compacta. Textura alfanítica. Componentes principales: Calcita. Componentes accesorios: Materiales arcillosos, opacos.	Liásico	108	0°28'00" C 42°54'40" N	100	0	100		0.3	30 000	0.8	Pequeño frente abandonado junto a la C.L.S-204. Capas verticales de 0.2-0.5 m. C.U.
Fo-1	Diabasa (Ofita)	Material oscuro, ligeramente verdoso, duro, textura ofítica. Componentes principales: Plagioclasa, augita. Componentes accesorios: Feldspato potásico, apatito. Componentes secundarios: sericita, serpentina.	Triásico	108	0°58'20" O 42°58'20" N	98	2	100		1.5	50 000	0.7	Junto al casco urbano de EL Haya - (C.L.-S.V.211) Cerro redondeado cubierto de suelo vegetal continuo, C.U.

(1) Coeficiente de desgaste "Los Angeles" para granulometría A
 (2) Procedimientos de inmersión estática en baño de agua a 60°C durante 24 horas de L.C.P.C y norma N.L.T. 166/69. Ligante B 80-100. P.C - Piedras cubiertas P.D
 (3) Ensayo de desgaste con la máquina de pulimento accionado, de acuerdo con las normas N.L.T. 174/69 y N.L.T. 175/69
 (4) Utilización: C.U = Cualquier uso H.4 - Hormigones hidráulicos M.B - mezcla bituminosa. C.R - Capa rodadura. C.I - Caja nueva, etc

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

Y A C I M I E N T O S R R D C D S O S															
IDENTIFICACION		MATERIAL			LOCALIZACION			ENSAYOS			EXPLOTACION		OBSERVACIONES (4)		
DENOMINACION	ENCUADRE	TIPO DE ROCA	COMPOSICION Y TEXTURA	EDAD	HOJA (1:50000)	COORDENAD	ANGLES (1)	% P.C.	% P.D.	% S.C.	PULIMENTO (2) Antes	RECUB. VOL. (m ³)		(m ³)	
Fo-2	210	Diabasa (Ofita)	Semejante a la anterior.	Triásico	108	0°27'40" O 42°54' 5" N						1.3	40.000	0.7	<p>A 100 m. (camino regular) de Mar-terrepuerto, es tiempo de otro carro como recubridor C.U.</p> <p>Junto a Cervatos, existe un pequeño frente de 20 x 5 m. La montera de alteración es considerable. C.U.</p> <p>Son varios cerros aislados siendo el más próximo a la carr. el situado junto al P.K. 2.6 de la C.L.-S.204-C.U.</p> <p>Junto a la C.L.-S-204 en el cruce del C.V. a Hoyos. C.U.</p> <p>Junto al C.V. - a San Martín de Hoyos. - C.U.</p>
Fo-3	210	Diabasa (Ofita)	Roca verde ocre oscura, dura, compacta, de aristas vivas, textura ofítica. Componentes principales: Plagioclasa, augita. Componentes secundarios: Sericita, serpentina. Componentes accesorios: Opacos.	Triásico	108	0°28'00" O 42°57'40" N	19	98	2	0	100	0.8	100000	0.8	
Fo-4	210	Diabasa (Ofita)	Idéntica a la anterior	Triásico	108	0°28'40" O 42°57'30" N						0.7	150000	0.8	
Fo-5	210	Diabasa (Ofita)	Como Fo-3	Triásico	108	0°28'30" O 42°56'15" N						0.4	100000	0.8	
Fo-6	210	Diabasa (Ofita)	Como las anteriores	Triásico	108	0°26'50" O 42°56'10" N						0.6	150000	0.8	

(1) Continente de desgaste "Los Angeles" para granulometría: A
 (2) Procedimientos de inspección estatica en agua de agua a 600 C. durante 24 horas del L.C.P.C. y norma N.L.T. 166/69. Límite B.80-100. P.C.
 (3) Ensayo de expansión con la máquina de vulcanización, de acuerdo con las normas N.L.T. 174/69 y N.L.T. 175/69.
 (4) Ubicación C.U. - Ciudad de México. M.B. - Hormigones hidráulicos. M.B. - Hormigones hidráulicos. C.R. - Carga de trabajo. C.R. - Carga de trabajo. C.R. - Carga de trabajo. C.R. - Carga de trabajo.

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

YACIMIENTOS GRANULARES														
IDENTIFICACION		MATERIAL			LOCALIZACION			ENSAYOS				EXPLOTACION		OBSERVACIONES (Accesos, estructura, utilización, etc.)
DENOMINACION	ENCUADRE	TIPO	DESCRIPCION	EDAD	HOJA (1:50.000)	COORDENADAS	TAMIZADO 4 ASTM	PLASTICIDAD L.L. I.P.	% MAT.O.R.S.U.L.	% F.A.T.A.R.E.N.A.	E C.A.S.A.G.R.A.N.D.E.	RECUB. VOLUM. (m ³)	CAPRM	
ASP-1	A3	Arenas—Aluviales	Arenas sueltas de grano grueso, silíceas.	Cuaternario	83	0°18'15" O 43°02'55" N	100	47	5			0	0.9	Camino en buen estado (700 m.) que parte de la CC. 651B. Sin explotación H.H.
ASW-1	A3	Arenas Aluvioclasticas	Arenas silíceas sueltas y gravilla silíceas redondeada.	Cuaternario	83	0°15'20" O 43°00'00" N	92	15	2			0.1	0.9	Carretera hasta la explotación (dragalina) C.L. B.U.I.—6427. Sedimentos fluvio—lacustres del valle de Valdebezana ahora cubierto por el Embalse del Ebro. H.H.
ASW-1	A3	Arenas Aluvioclasticas	Como las anteriores	Cuaternario	108	0°10'40" O 42°59'30" N						0.3	0.8	Explotaciones abandonadas próximas a la C.N.—623 en el extremo SE del Embalse.
AGW-1	A3	Gravas Aluviales	Gravas y bolos fundamentalmente silíceos redondeados de matriz limosa.	Cuaternario	108	0°28'00" O 42°59'10" N	27	18	14			0.3	0.8	Gravera en funcionamiento con clasificadora y machacadora. Acceso desde la CN.—611 en Matamorosa.
AGW-1	A1	Gravas Aluviales	Gravas y bolos fundamentalmente silíceos, redondeados de matriz silíceas.	Cuaternario	58	0°22'30" O 43°15'00" N	21	7	2	0	Ind.	0	0.8	Yacimiento sin explotar junto a Somahoz, junto a la Carretera de Reinoso a Santander.

6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AGUILAR, M.J. y RAMIREZ DEL POZO, J. "Observaciones estratigráficas del paso del Jurásico marino en Facies Purbeckiense en la región de Santander". Acta Geol. Hispánica, t. III, núm. 2, C.S.I.C. Barcelona–1968.
- CIRY, R. "L'évolution paléogéographique de l'Espagne Septentrionale au Crétacé inf.". IGME. Libro jubilar, t. II, pp–17–51, Madrid 1951.
- CUELLAR, V. y de JUSTO ALPANES, 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. 89, pp. 3–24, Madrid 1972.
- Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales. Estudio previo de terrenos. Autopista del Cantábrico, tramo Unquera–Santander. Madrid 1971.
- Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales. "Datos climáticos para carreteras". Madrid 1964.
- IGME. Hojas y memoria del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 núm. 84 (Espinosa de los Monteros).
 - . Mapa Geológico a escala 1/200.000, Síntesis de la Geología existente. Hoja núm. 11 (Reinosa).
- Mapa Agronómico Nacional. "Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España". Madrid 1965.
- Presidencia del Gobierno. "Norma sismorresistente". Madrid 1968.
- RAMIREZ DEL POZO, J. Biostratigrafía y microfacies del jurásico y cretácico del Norte de España (Región Cantábrica). Memoria del IGME, t. 78, Madrid 1971.

- RAT, P. Les pays crétacés basco—cantabriques (Espagne). Thèse fac. Sc. Dijon 1959.
 - . Contribution a l'étude stratigraphique du Purbeckien—Wealdien de la région de Santander (Espagne). Bull. Soc. Geol. de France, Ser. 7, t. 4, pp. 3—12, Paris 1962.
 - . Données nouvelles sur la stratigraphie et les variations sédimentaires de la série Purbeckien—Wealdien au sud de Santander (Espagne). Compt. Rend. Seminaire des sciences de la Soc. Geol. de France, Fasc. 6, Paris 1969.

- RIOS, J.M.; ALMELA, A. y GARRIDO, J. Contribución al conocimiento de la Geología Cantábrica. Bol. IGME, T. LVIII, pp. 45—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, IGME. Madrid 1949.

