



estudio previo de terrenos

# Itinerario Burgos-Logroño

Tramo: Burgos - Logroño

**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.

**DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS  
AREA DE TECNOLOGIA  
SERVICIO DE GEOTECNIA**

**ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS**

**ITINERARIO BURGOS - LOGROÑO**

**TRAMO : BURGOS - LOGROÑO**

**DICIEMBRE, 1988**

## INDICE

	Pág.
1. <b>INTRODUCCION</b> .....	7
2. <b>CARACTERES GENERALES DEL TRAMO</b> .....	9
2.1. <b>CLIMATOLOGIA</b> .....	9
2.2. <b>TOPOGRAFIA</b> .....	25
2.3. <b>GEOMORFOLOGIA</b> .....	25
2.4. <b>ESTRATIGRAFIA</b> .....	26
2.5. <b>TECTONICA</b> .....	33
2.6. <b>SISMICIDAD</b> .....	34
3. <b>ESTUDIO DE ZONAS</b> .....	35
3.0. <b>DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO</b> .....	35
3.1. <b>ZONA 1: MESAS DE BURGOS Y VALLE DEL ARLANZON</b> .....	43
3.1.1. <b>Geomorfología</b> .....	43
3.1.2. <b>Tectónica</b> .....	43
3.1.3. <b>Columna estratigráfica</b> .....	47
3.1.4. <b>Grupos litológicos</b> .....	49
3.1.5. <b>Grupos geotécnicos</b> .....	59
3.1.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	60
3.2. <b>ZONA 2: MONTES DE OCA</b> .....	61
3.2.1. <b>Geomorfología</b> .....	61
3.2.2. <b>Tectónica</b> .....	61
3.2.3. <b>Columna estratigráfica</b> .....	68
3.2.4. <b>Grupos litológicos</b> .....	69
3.2.5. <b>Grupos geotécnicos</b> .....	78
3.2.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	78
3.3. <b>ZONA 3: SIERRA DE LA DEMANDA</b> .....	79
3.3.1. <b>Geomorfología</b> .....	79
3.3.2. <b>Tectónica</b> .....	79
3.3.3. <b>Columna estratigráfica</b> .....	85
3.3.4. <b>Grupos litológicos</b> .....	86
3.3.5. <b>Grupos geotécnicos</b> .....	97
3.3.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	98
3.4. <b>ZONA 4: GLACIS DE LA DEMANDA</b> .....	98
3.4.1. <b>Geomorfología</b> .....	98

3.4.2.	<b>Tectónica</b>	98
3.4.3.	<b>Columna estratigráfica</b>	102
3.4.4.	<b>Grupos litológicos</b>	103
3.4.5.	<b>Grupos geotécnicos</b>	106
3.4.6.	<b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b>	106
3.5.	<b>ZONA 5: MESAS DE BELORADO-HERRAMELLURI</b>	107
3.5.1.	<b>Geomorfología</b>	107
3.5.2.	<b>Tectónica</b>	107
3.5.3.	<b>Columna estratigráfica</b>	111
3.5.4.	<b>Grupos litológicos</b>	112
3.5.5.	<b>Grupos geotécnicos</b>	121
3.5.6.	<b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b>	122
3.6.	<b>ZONA 6: RIBERA DEL OJA</b>	123
3.6.1.	<b>Geomorfología</b>	123
3.6.2.	<b>Tectónica</b>	123
3.6.3.	<b>Columna estratigráfica</b>	123
3.6.4.	<b>Grupos litológicos</b>	127
3.6.5.	<b>Grupos geotécnicos</b>	129
3.6.6.	<b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b>	129
3.7.	<b>ZONA 7: CAMPIÑA DE AZOFRA Y MESAS DE SAN ASENSIO</b>	130
3.7.1.	<b>Geomorfología</b>	130
3.7.2.	<b>Tectónica</b>	130
3.7.3.	<b>Columna estratigráfica</b>	134
3.7.4.	<b>Grupos litológicos</b>	135
3.7.5.	<b>Grupos geotécnicos</b>	139
3.7.6.	<b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b>	140
3.8.	<b>ZONA 8: RIBERA DEL NAJERILLA</b>	141
3.8.1.	<b>Geomorfología</b>	141
3.8.2.	<b>Tectónica</b>	141
3.8.3.	<b>Columna estratigráfica</b>	141
3.8.4.	<b>Grupos litológicos</b>	145
3.8.5.	<b>Grupos geotécnicos</b>	146
3.8.6.	<b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b>	146
3.9.	<b>ZONA 9: GLACIS DE CAMEROS</b>	147
3.9.1.	<b>Geomorfología</b>	147
3.9.2.	<b>Tectónica</b>	147
3.9.3.	<b>Columna estratigráfica</b>	154
3.9.4.	<b>Grupos litológicos</b>	155
3.9.5.	<b>Grupos geotécnicos</b>	161
3.9.6.	<b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b>	161
3.10.	<b>ZONA 10: CAMPIÑA DE VILLAMEDIANA-FUENMAYOR</b>	163
3.10.1.	<b>Geomorfología</b>	163
3.10.2.	<b>Tectónica</b>	163
3.10.3.	<b>Columna estratigráfica</b>	168
3.10.4.	<b>Grupos litológicos</b>	169
3.10.5.	<b>Grupos geotécnicos</b>	177
3.10.6.	<b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b>	178

3.11.	<b>ZONA 11: RIBERAS DEL EBRO Y DEL IREGUA</b>	179
3.11.1.	<b>Geomorfología</b>	179
3.11.2.	<b>Tectónica</b>	179
3.11.3.	<b>Columna estratigráfica</b>	179
3.11.4.	<b>Grupos litológicos</b>	183
3.11.5.	<b>Grupos geotécnicos</b>	184
3.11.6.	<b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b>	184
4.	<b>CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO</b>	185
4.1.	<b>RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS</b>	185
4.2.	<b>RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS</b>	187
4.3.	<b>RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS</b>	188
4.4.	<b>CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS</b>	189
5.	<b>INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS</b>	193
5.1.	<b>ALCANCE DEL ESTUDIO</b>	193
5.2.	<b>YACIMIENTOS ROCOSOS</b>	193
5.3.	<b>YACIMIENTOS GRANULARES</b>	194
5.4.	<b>MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES</b>	196
5.5.	<b>YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE...</b>	196
6.	<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>	199
7.	<b>ANEJOS</b>	201
7.1.	<b>ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS</b>	203
7.2.	<b>ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS</b>	205

## 1. INTRODUCCION

El presente Estudio Previo de Terrenos del Tramo Burgos-Logroño, tiene por objeto el establecimiento de las características litológicas, estructurales y geotécnicas de las diferentes formaciones del área, con vistas a su uso en posteriores estudios relacionados con obras en las carreteras.

La superficie estudiada abarca los cuadrantes siguientes de las hojas del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1:50.000.

Hoja nº	Nombre	Cuadrante
169	Casalarreina	2
200	Burgos	2
201	Belorado	1, 2 y 3
202	Santo Domingo de la Calzada	1, 2, 3 y 4
203	Nájera	1, 2, 3 y 4
204	Logroño	3 y 4
238	Villagonzalo-Pedernales	1
239	Pradoluengo	2

El Estudio consta de Memoria y Planos. Para su realización se han utilizado los fotoplanos de la región a escala aproximada 1/33.000, de los cuales se han obtenido, mediante reducciones, unos mapas litológico-estructurales a escala 1/50.000. A partir de ellos, y mediante 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.

En su conjunto, el presente Estudio Previo de Terrenos, ha supuesto la realización del plano geológico a escala aproximada 1/50.000, a partir de trabajos de fotogeología y de geología de campo simultáneamente, y previa recopilación y análisis de los datos publicados sobre la región. El estudio geológico se ha completado con una revisión, desde el punto de vista geotécnico, de todas las formaciones presentes en el área. De esta manera se han caracterizado, de modo suficientemente preciso, la litología y las propiedades geotécnicas de las formaciones y materiales que, de alguna forma, pueden incidir en las posibles obras a realizar en las carreteras del Tramo. Todo ello queda plasmado en la Memoria.

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 considera oportuna una determinación más completa en laboratorio.

La simbología adoptada en la cartografía corresponde a la inserta en el Pliego de Prescripciones Técnicas para el Estudio Previo de Terrenos (Marzo, 1972), y en el Cuadro de Símbolos Estratigráficos para el Mapa Litológico Estructural 1/50.000 (Marzo, 1973).

A continuación, se relaciona el personal técnico que ha elaborado y supervisado el presente Estudio Previo :

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS  
AREA DE TECNOLOGIA  
SERVICIO DE GEOTECNIA.

D. José Antonio Hinojosa Cabrera  
*Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*

D. Jesús Martín Contreras  
*Licenciado en Ciencias Geológicas*

D. Manuel Rodríguez Sánchez  
*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*

EQUIPO DE ASISTENCIA TECNICA, S.A. (E.A.T., S.A.)

D. José M<sup>a</sup> Rodríguez Ortiz  
*Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*

D. Carlos Prieto Alcolea  
*Licenciado en Ciencias Geológicas*

D. Jesús M<sup>a</sup> Rubio Amo  
*Licenciado en Ciencias Geológicas*

D. Jesús Martínez Ortega  
*Licenciado en Ciencias Geológicas*

D. Ignacio Piedra Morales  
*Licenciado en Ciencias Geológicas*



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

### **2.1. CLIMATOLOGIA**

El tipo climático característico, a lo largo y ancho del área estudiada, es el definido como Mediterráneo Templado. Sólo el borde Suroeste del Tramo, en las estribaciones noroccidentales de la Sierra de la Demanda, presenta un tipo climático distinto al anterior, y definido como Mediterráneo Templado-Fresco. Esta homogeneidad en cuanto al tipo climático no se mantiene respecto a regiones climáticas según el índice de Thornthwaite. Así, pueden caracterizarse regiones definidas como húmedas, situadas al pie de las Sierras de la Demanda y Cameros, y regiones con características semiáridas, como es la dispuesta en el ángulo Noroeste del Tramo. Entre estos dos extremos se sitúan distintas regiones climáticas cuyos índices las definen en un caso como Subhúmedas, en aquellas zonas situadas en áreas próximas a la Sierra de la Demanda, y como Secas-Subhúmedas en aquellas otras localizadas algo más alejadas de dicha Sierra. (Ver figura 2.13-Esquema climático).

Esta gradación, de menor a mayor aridez y de Sur a Norte, desde zonas próximas a la Sierra a otras que se encuentran más alejadas, se efectúa de una manera progresiva. Las áreas correspondientes a una misma región climática se disponen fundamentalmente según bandas de anchura variable, extendidas de Este a Oeste, y cuya dirección prácticamente coincide con la disposición estructural y orográfica de las Sierras en este Tramo.

Por otra parte, el régimen térmico para todo el área estudiada es de tipo Templado-Cálido, definido en todas aquellas estaciones meteorológicas que están situadas dentro del Tramo estudiado. Sólo la estación del Pantano del Arlanzón, al Sur del Area, presenta un régimen térmico de tipo Pirenáico, debido, sin duda, a la proximidad e influencia que ejerce la barrera orográfica de la Sierra de la Demanda, así como a su elevada altura.

En cuanto al régimen de humedad, la mayor parte del territorio se sitúa dentro del tipo Mediterráneo Húmedo. Sólo el extremo Nororiental del mismo, donde se incluyen las estaciones meteorológicas de Logroño, Fuenmayor, Cenicero y Haro, presenta un régimen de humedad de tipo Mediterráneo Seco. La separación de ambos regímenes de humedades se efectúa según una línea imaginaria de dirección ESE-ONO, situándose, en el sector noreste, las estaciones meteorológicas mencionadas anteriormente.

Las particularidades climáticas del Tramo en cuanto a las precipitaciones, son realmente muy acusadas. Así, en las áreas situadas en las estribaciones septentrionales de la Sierra de la Demanda es donde se producen las mayores precipitaciones del Tramo.

Aunque algunas de las estaciones meteorológicas consideradas se encuentran fuera del área estudiada, los valores pluviométricos de aquéllas, con ciertas variaciones en el sentido de rebajar algo el volumen de precipitación, pueden ser extrapolables a las zonas próximas de la Sierra. Las estaciones consideradas, con sus correspondientes valores de precipitación total anual, son las siguientes: Villorobe, 807 mm; Pradoluengo, 886 mm; Anguiano, 861 mm.

Hacia el Norte del Tramo, las precipitaciones anuales van disminuyendo, (Burgos, 564 mm; Belorado, 548 mm; Santo Domingo de la Calzada, 581 mm). Son menores en el extremo Noroeste (Cenicero, 430 mm; Fuentemayor, 456 mm; Haro, 457 mm; Logroño, 434 mm), y aún más reducidas hacia el extremo Este, en donde la estación meteorológica de Agoncillo, situada al Este y fuera del Tramo, sólo ha marcado una precipitación anual de 393 mm para el conjunto de la serie considerada.

En el extremo Oeste del área estudiada, la estación de Villafría es un caso especial, con precipitaciones anuales de 603 mm, a mitad de camino entre la estación de Burgos (564 mm) y Villorobe (807 mm). Dicha estación corresponde a un área especial que posee un microclima particular, como más adelante se verá.

Desde el punto de vista térmico, el territorio dispuesto más al Noreste del Tramo presenta las temperaturas medias anuales más altas, con valores en torno a los 13° C (Logroño, Agoncillo, Haro). Hacia el Oeste va disminuyendo la temperatura media (Santo Domingo de la Calzada, 11,3° C), aunque vuelve a aumentar hacia el sector de Belorado (13,5° C), para más hacia el Oeste ir disminuyendo de nuevo (Burgos, 10,5° C; Villafría, 9,9° C).

Hacia el Sur del área estudiada, y a medida que nos aproximamos a la Sierra de la Demanda, la variación a la baja de la temperatura se hace más evidente, registrándose, en las estaciones situadas al pie de la Sierra, los valores de temperatura anual media más bajos de todos los considerados (Anguiano, 9,9° C; Villorobe, 8,3° C).

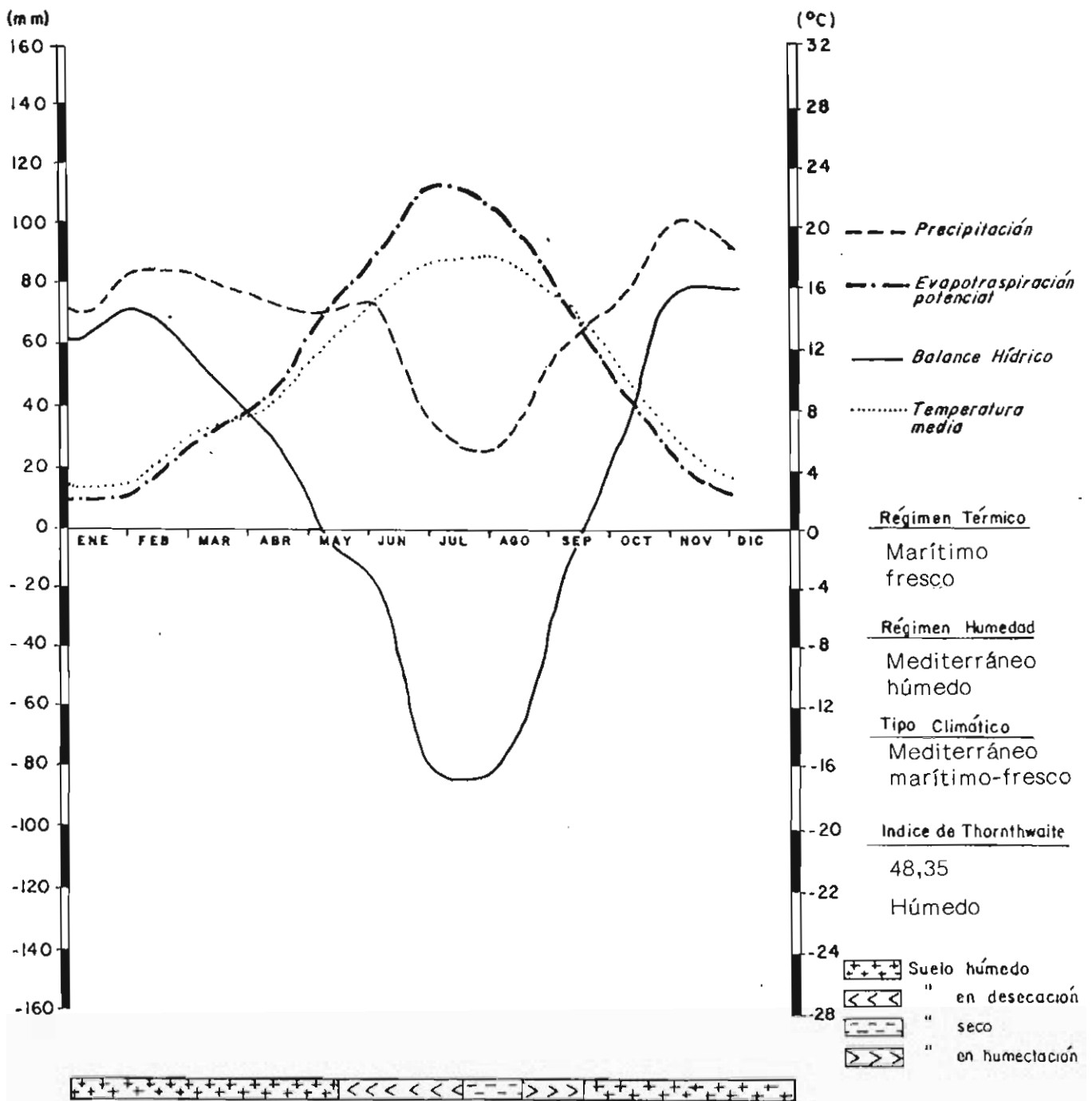
La estación climatológica de Villafría, con temperaturas medias anuales de 9,9° C, es un caso especial dentro del territorio estudiado, ya que no se encuentra situada cerca de la Sierra y, sin embargo, presenta unos valores de temperatura media anual totalmente semejantes a aquellas otras estaciones que se localizan en la Sierra de la Demanda. El hecho de que se produzca esta temperatura tan baja puede ser explicado por la incidencia de vientos fríos de componente Noroeste, que después de atravesar la Cordillera Cantábrica inciden, de una forma directa, sobre este área.

Por lo que se refiere al balance hídrico, es decir, la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración potencial, existe déficit de humedad entre Agosto y Septiembre, tanto en el sector serrano — Pradoluengo, Villorobe, Anguiano — como en la zona de Santo Domingo de la Calzada y Villafría. En el resto del Tramo estudiado, el período con déficit de humedad en el suelo abarca aproximadamente desde mediados del mes de Junio hasta mediados de Septiembre, con excepción del sector de Haro y Cenicero, en los cuales, el período con déficit de humedad comprende desde mediados de Junio hasta mediados de Agosto. En las figuras 2.1 a 2.12 se recogen los valores de las características climatológicas de cada una de las estaciones meteorológicas consideradas.



2° 52' O  
**ESTACION. ANGUIANO** 42° 14' N  
 Período 1949-1969

1.000 m.s.n.m.



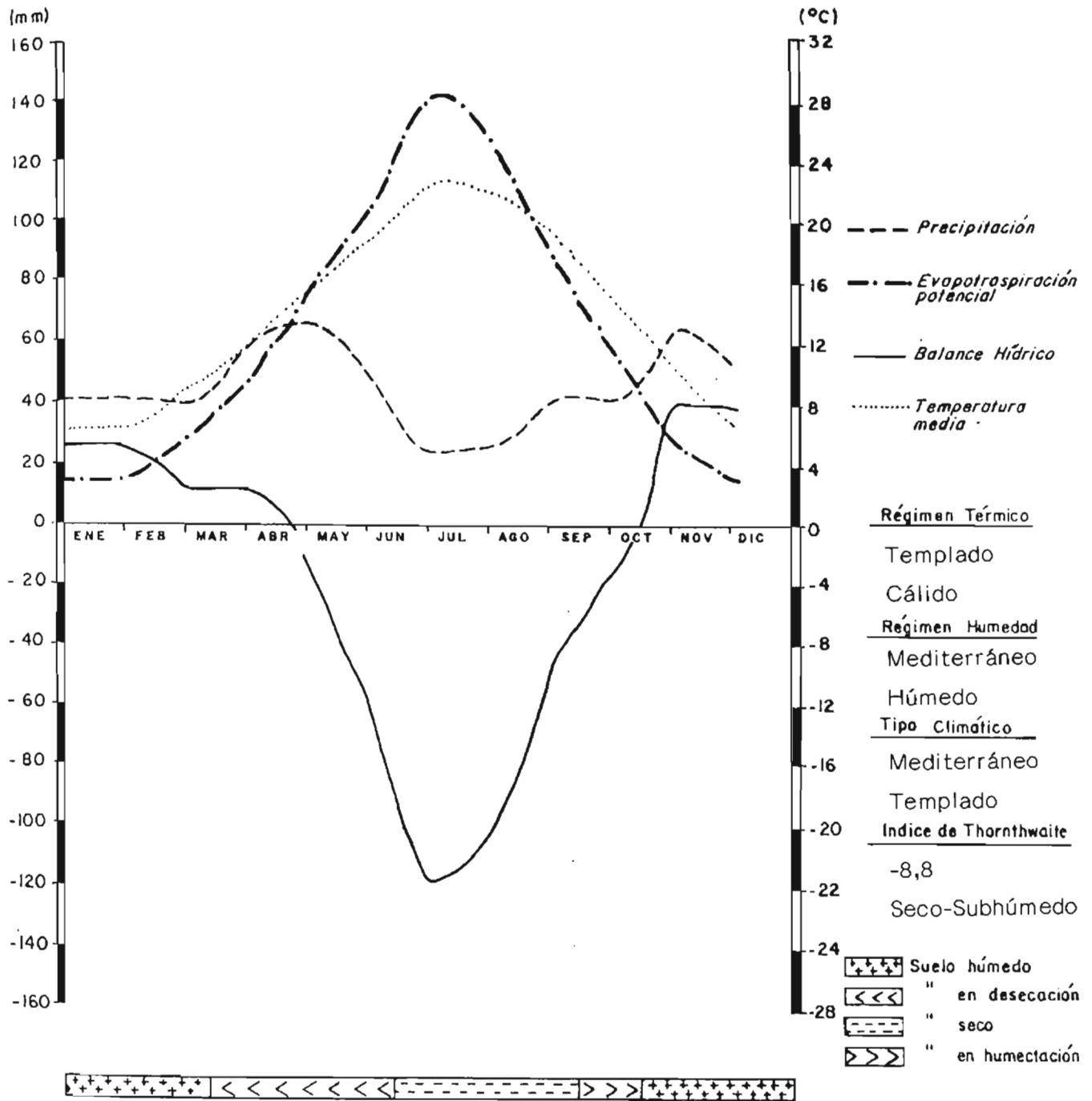
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	74	86	86	78	72	75	35	27	58	75	103	92	mm
Evapotraspiración media.	10	12	28	40	68	91	115	107	81	48	22	12	mm
Balance hídrico.	64	74	58	38	4	-16	-80	-80	-23	27	81	80	mm
Temperatura media.	2,9	3,2	6,3	7,8	11,6	15,1	18,0	18,2	15,8	11,0	5,7	3,2	°C

Riesgo de heladas entre: 21 de Oct. y 11 de May. (18,5 días de nieve/año)

**FIG. 2.2.- BALANCE HIDRICO**

3° 11' O  
**ESTACION. BELORADO** 42° 25' N  
 Período 1961-1970

770 m.s.n.m.



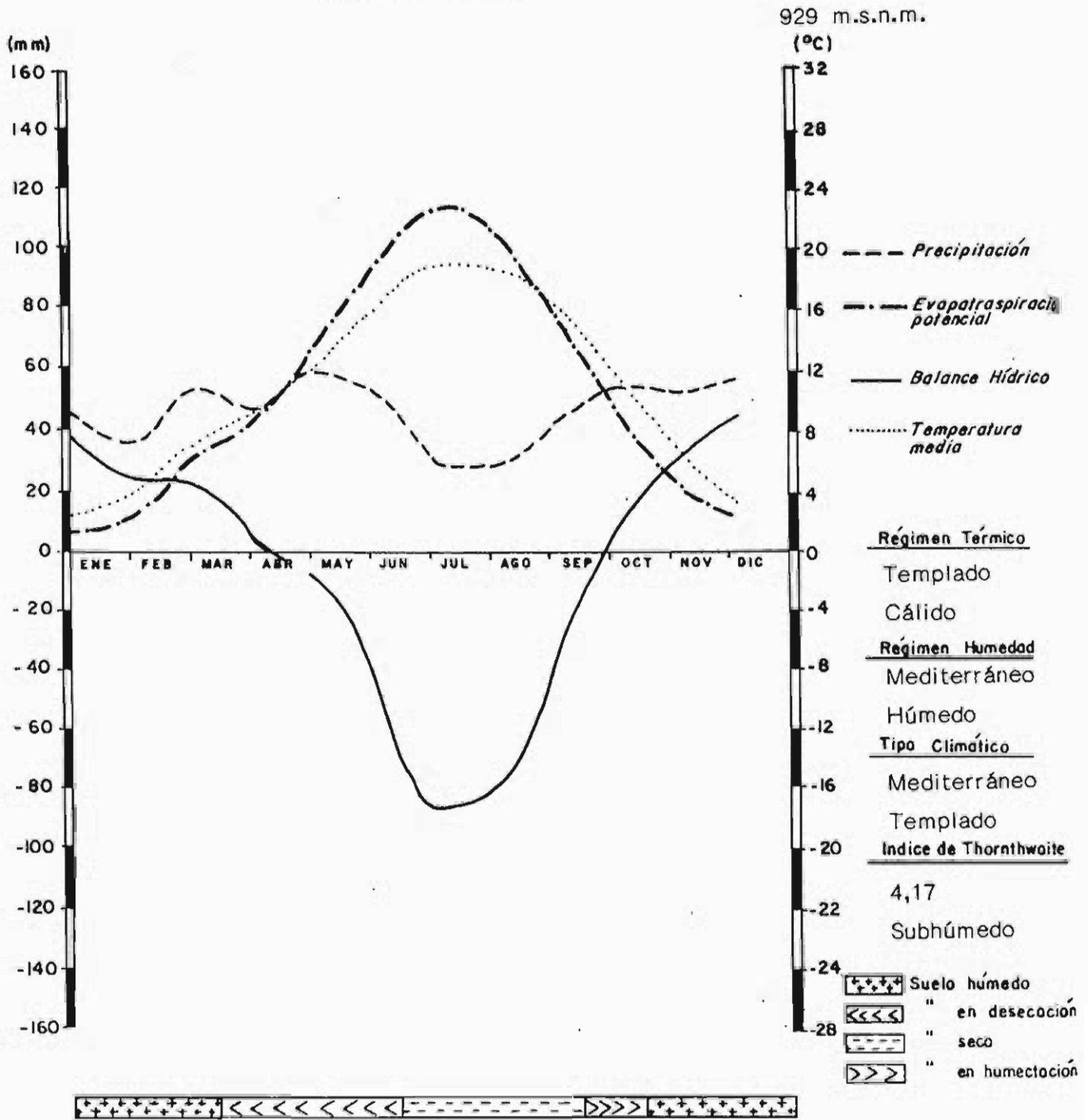
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	42	42	40	59	67	49	24	25	42	41	65	52	mm
Evapotranspiración media.	15	15	28	47	79	107	142	125	87	57	25	14	mm
Balance hídrico.	27	27	12	12	-12	-58	-118	-100	-45	-16	40	38	mm
Temperatura media	6,2	6,4	8,4	11,8	15,6	19,0	22,6	22,0	19,1	14,7	9,0	6,2	°C

Riesgo de heladas entre: 3 de Dic. y 21 de Mar. (9 días de nieve/año)

**FIG.2.3.- BALANCE HIDRICO**

3° 42' O  
**ESTACION. BURGOS** 42° 20' N

Período 1931-1970



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	46	37	54	48	60	53	29	28	44	55	53	57	mm
Evapotranspiración media.	7	12	31	44	68	95	115	107	78	46	22	12	mm
Balance hídrico.	39	25	23	4	-8	-42	-86	-79	-34	9	31	45	mm
Temperatura media.	2,5	3,8	7,1	9,2	12,2	16,2	19,0	18,8	16,2	11,3	6,5	3,4	°C

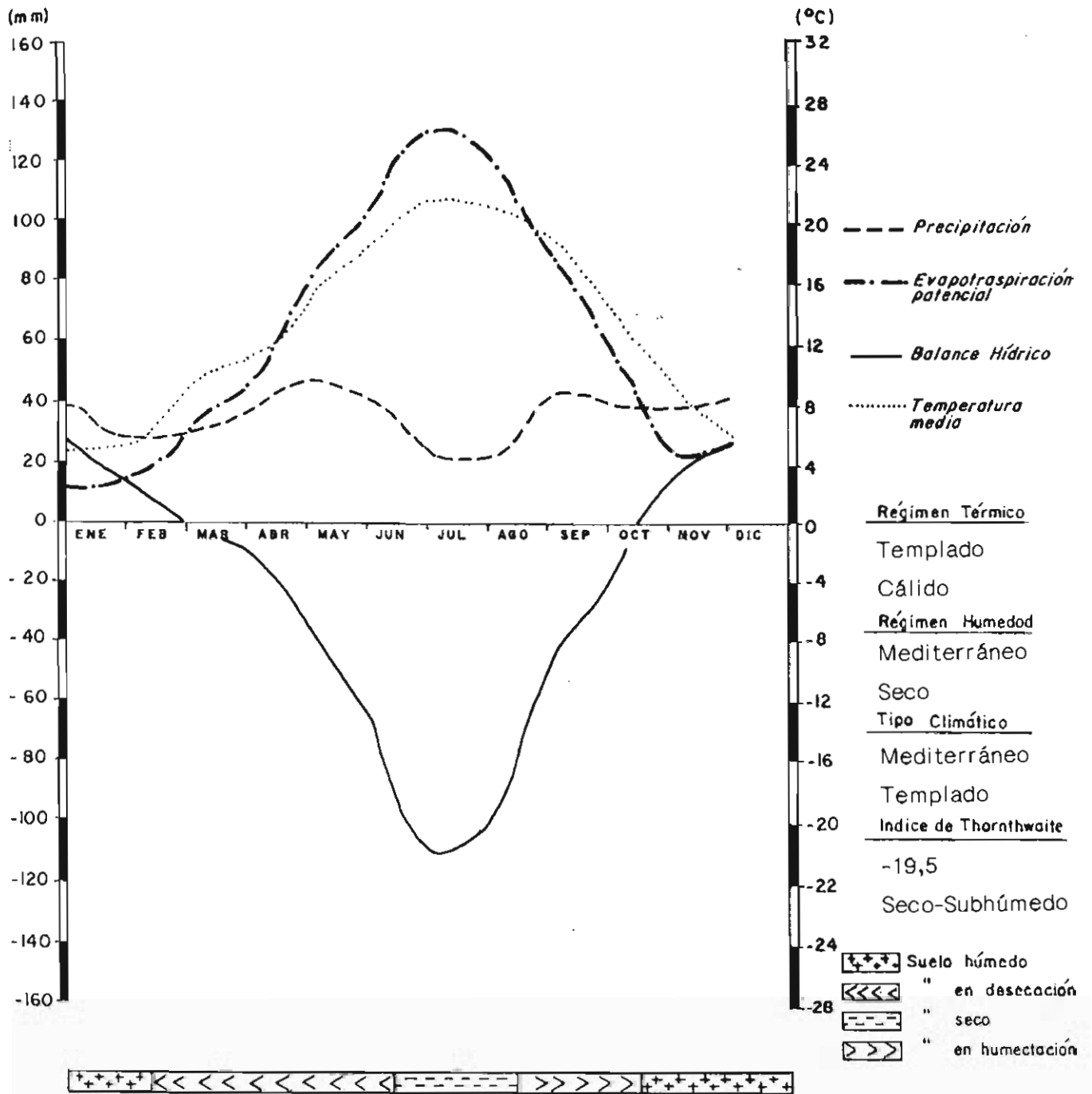
Riesgo de heladas entre: 20 de Oct. y 9 de May. (21,7 días de nieve/año)

**FIG.2.4.- BALANCE HIDRICO**

2° 38' O  
**ESTACION. CENICERO** 42° 29' N

Período 1949-1969

437 m.s.n.m.



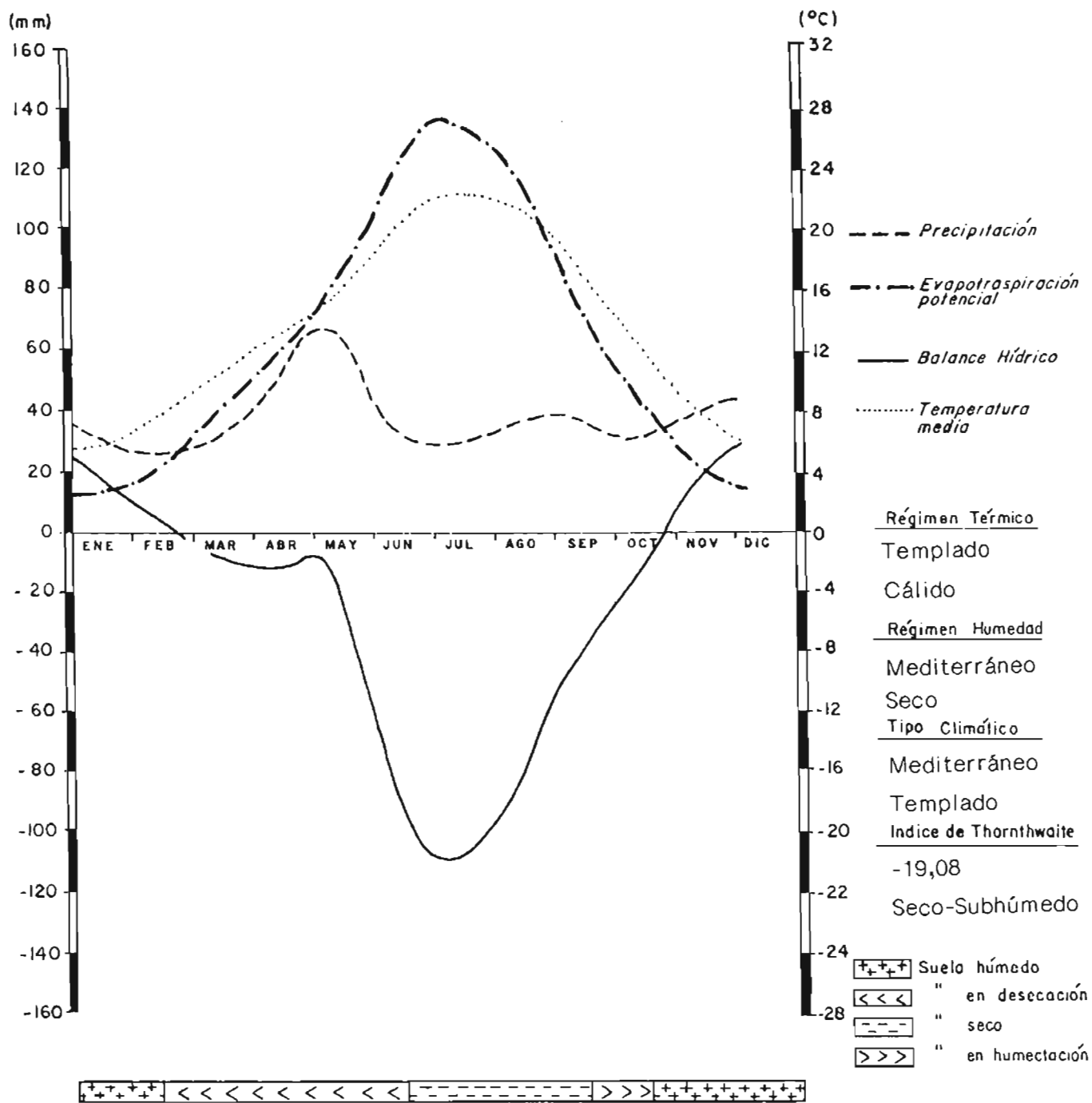
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	39	28	30	37	47	41	22	22	44	39	39	42	mm
Evapotranspiración media.	12	15	31	47	83	107	131	118	87	54	22	14	mm
Balace hídrico.	27	13	-1	-10	-36	-66	-109	-96	-43	-15	17	28	mm
Temperatura media.	4,9	5,3	9,1	11,2	15,2	18,8	21,6	21,1	18,6	13,7	8,3	5,8	°C

Riesgo de heladas entre: 4 de Nov. y 25 de Abr. (7,3 días de nieve/año)

**FIG.2.5.- BALANCE HIDRICO**

2° 33' O  
**ESTACION. FUENMAYOR** 42° 28' N  
 Período 1935-1951

434 m.s.n.m.



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	36	26	29	43	68	39	29	34	39	31	38	44	mm
Evapotraspiración media.	12	17	34	54	76	110	138	125	87	51	25	14	mm
Balance hídrico.	24	9	-5	-11	-8	-71	-109	-91	-48	-20	13	30	mm
Temperatura media	5,5	7,0	9,6	12,4	14,8	19,3	22,5	22,0	19,0	13,8	8,7	5,9	°C

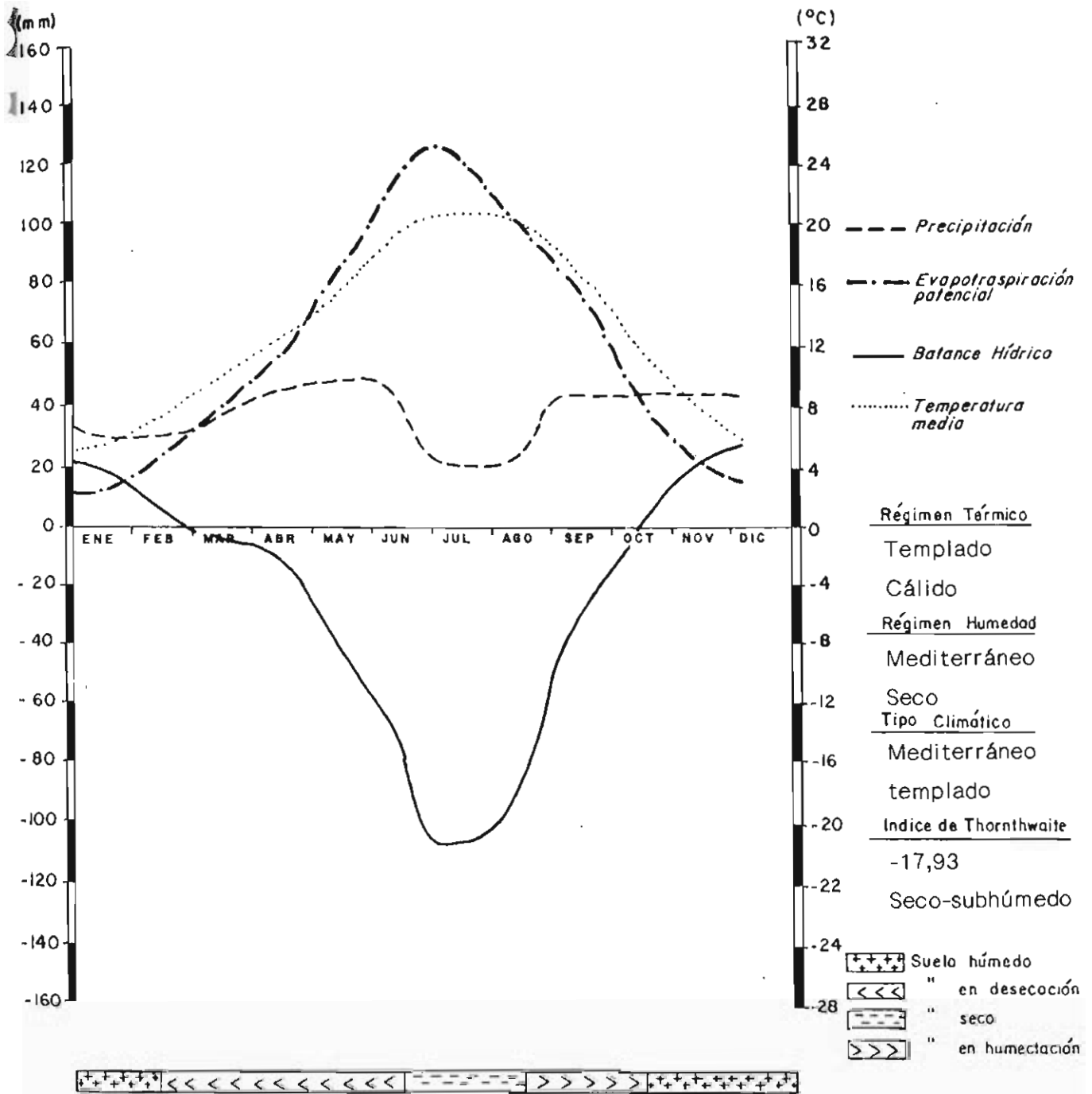
Riesgo de heladas entre: 29 de Oct. y 3 de Abr. (4,7 días de nieve/año)

**FIG.2.6.- BALANCE HIDRICO**



2° 51' O  
**ESTACION. HARO** 42° 35' N  
 Período 1935-1969

479 m.s.n.m.  
 (°C)



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	34	30	33	44	48	49	22	21	44	44	44	44	mm
Evapotraspiración media.	12	17	34	50	76	108	128	119	87	54	27	16	mm
Balance hídrico.	22	13	-1	-6	-28	-59	-106	-98	-43	-10	17	28	mm
Temperatura media.	5,1	6,2	9,2	11,7	14,5	18,4	20,9	20,9	18,4	13,6	8,7	5,9	°C

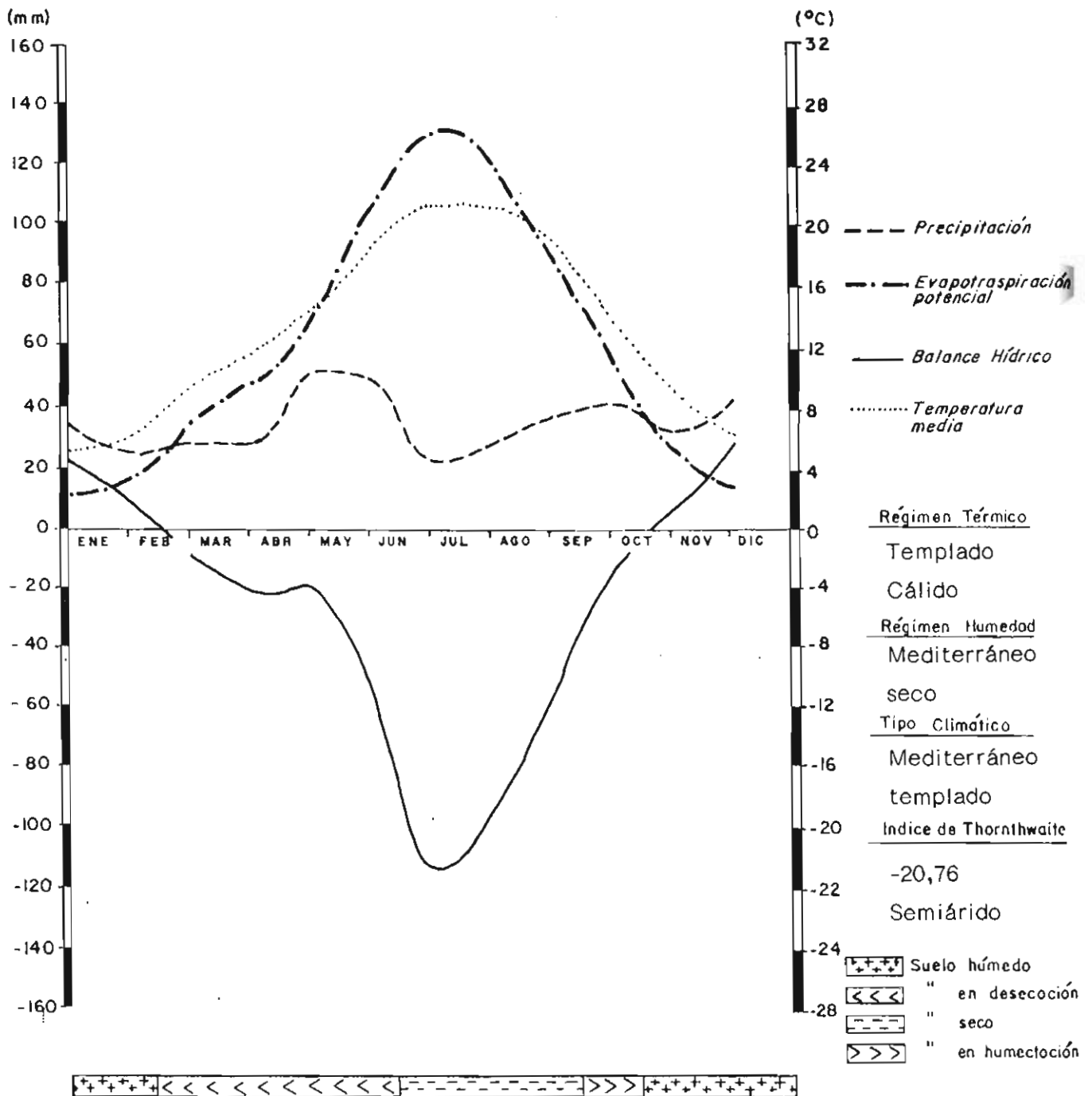
Riesgo de heladas entre: 27 de Oct. y 2 de May. (6,5 días de nieve/año)

**FIG.2.7.- BALANCE HIDRICO**

2° 27' O  
**ESTACION. LOGROÑO** 42° 28' N

Período 1934-1970

384 m.s.n.m.



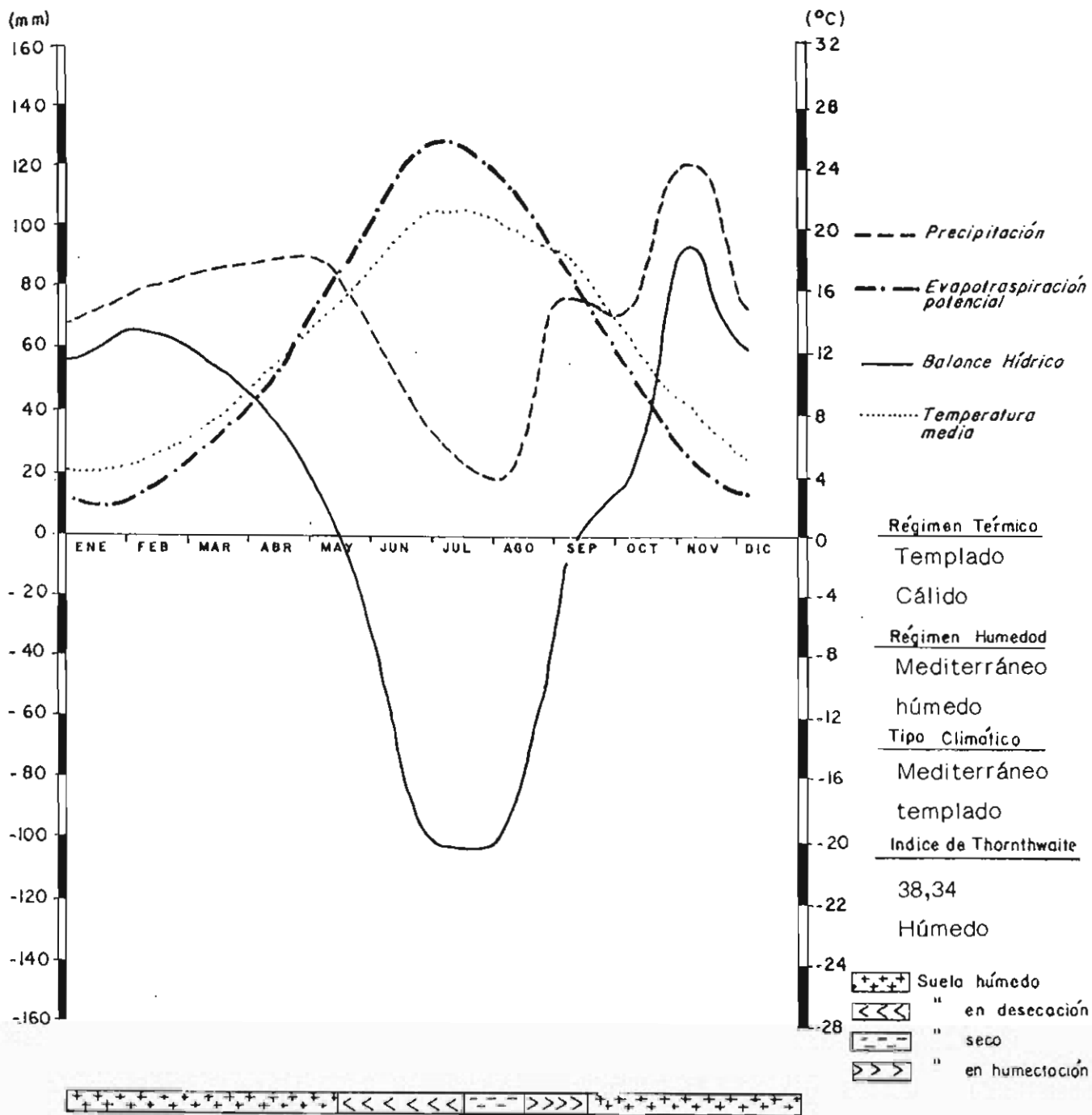
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	35	26	29	29	53	50	23	30	39	42	33	45	mm
Evapotranspiración media.	12	17	37	50	72	110	134	121	90	54	25	14	mm
Balance hídrico.	23	9	-8	-21	-19	-60	-111	-91	-51	-12	8	31	mm
Temperatura media.	5,1	6,5	9,7	11,9	14,9	19,1	21,8	21,5	19,0	13,8	8,9	6,2	°C

Riesgo de heladas entre: 2 de Nov. y 17 de Abr. (8,3 días de nieve/año)

**FIG.2.8.- BALANCE HIDRICO**

3° 12' O  
**ESTACION. PRADOLUENGO** 42° 20' N  
 Período 1942-1967

960 m.s.n.m.



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	71	80	86	90	92	66	31	19	79	74	123	75	mm
Evapotranspiración media.	12	12	25	44	76	107	131	118	90	57	27	14	mm
Balance hídrico.	59	68	61	46	16	-41	-100	-99	-11	17	96	61	mm
Temperatura media	4,2	4,5	6,4	9,8	14,0	18,1	21,3	20,6	18,8	13,6	8,4	5,0	°C

Riesgo de heladas entre: 16 de Nov. y 23 de Abr. (20,4 días de nieve/año)

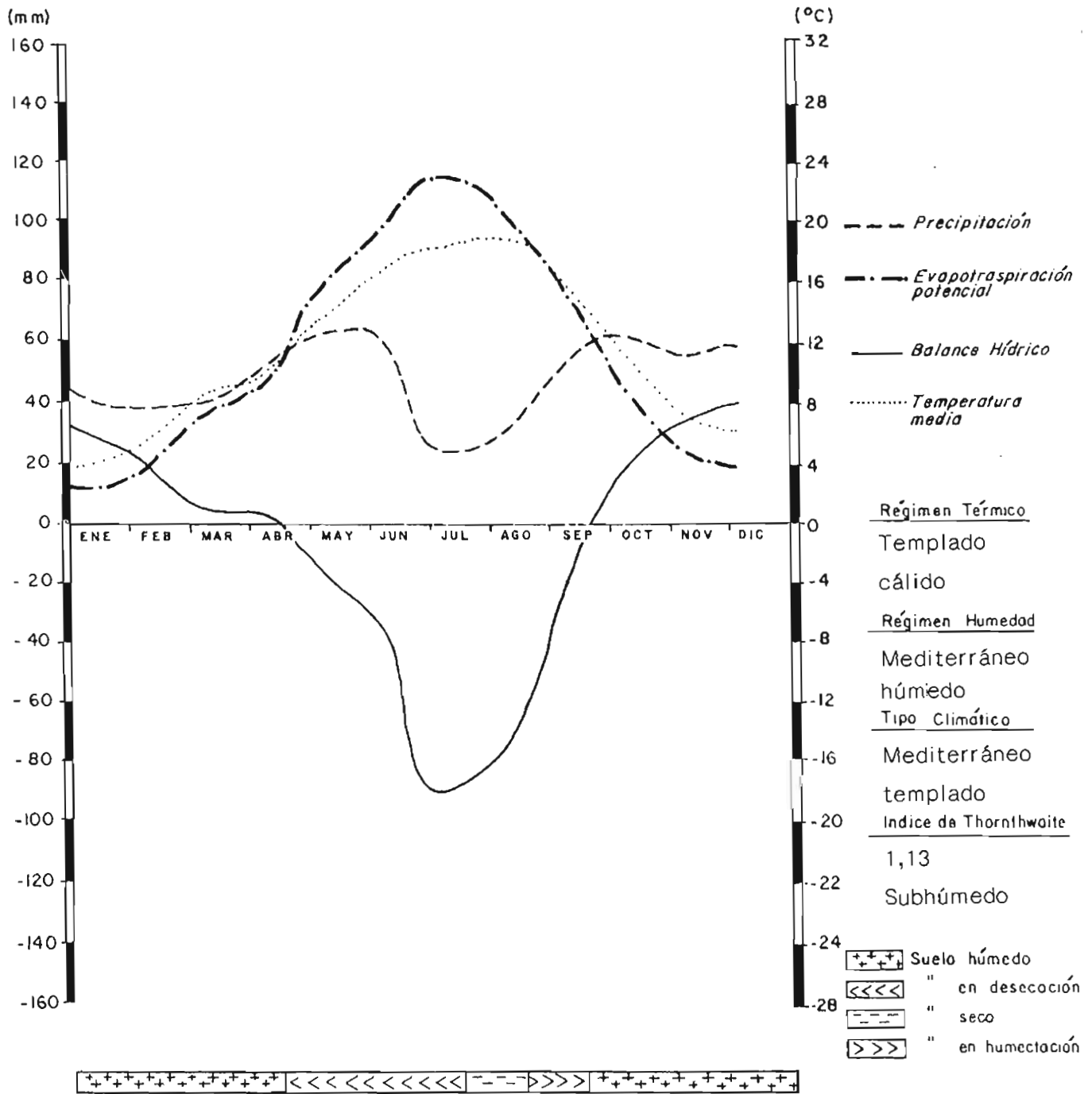
**FIG.2.9.- BALANCE HIDRICO**

2° 57' O  
42° 26' N

**ESTACION. SANTO DOMINGO DE LA CALZADA**

Período 1950-1962

639 m.s.n.m.



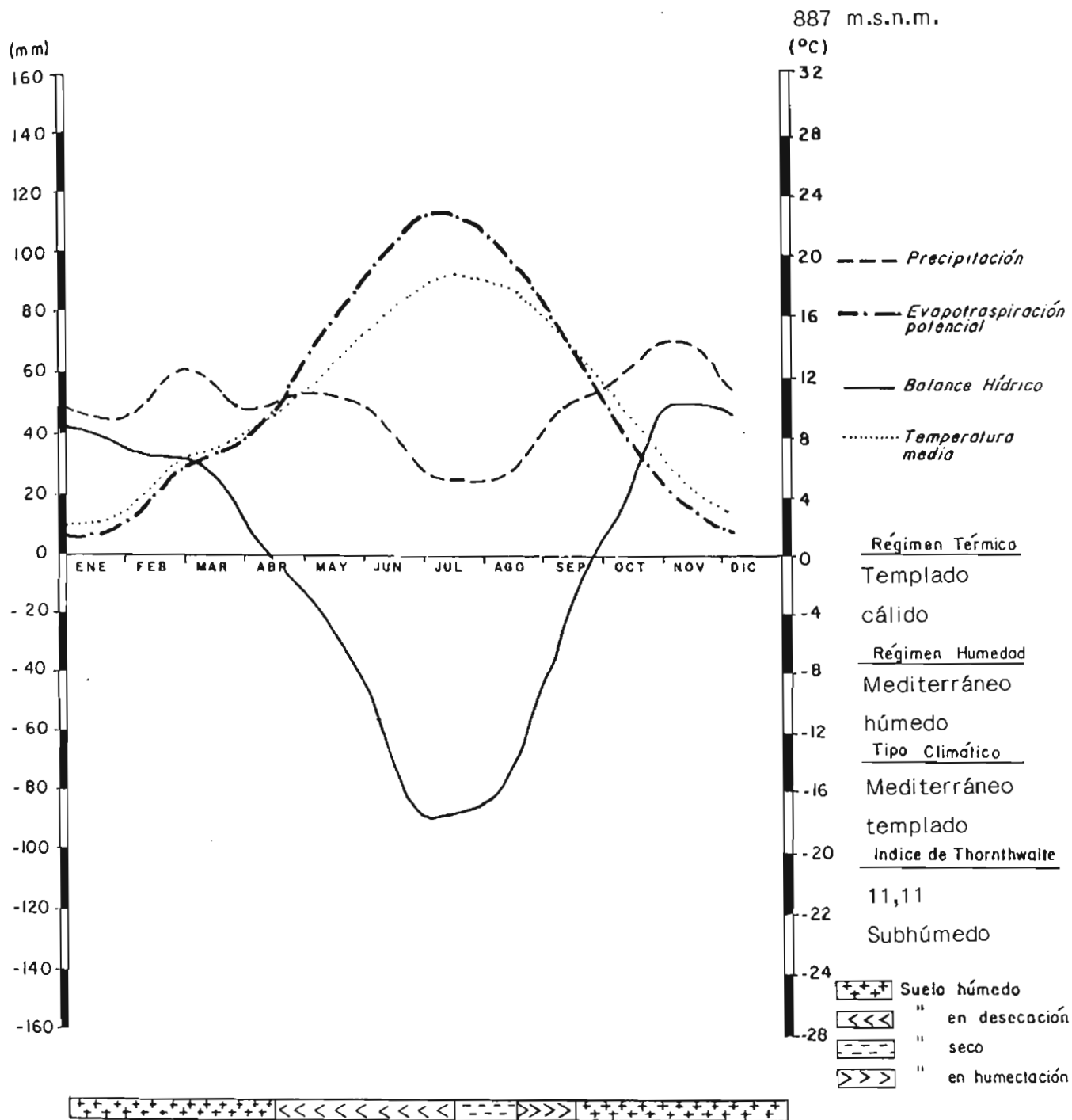
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	45	39	40	48	63	64	25	28	50	63	57	59	mm
Evapotranspiración media.	12	15	34	44	76	95	115	107	81	48	25	19	mm
Balance hídrico.	33	24	6	4	-13	-31	-90	-79	-31	-15	32	40	mm
Temperatura media	4,0	5,0	8,2	9,6	13,2	16,4	18,4	19,0	16,7	11,9	7,3	6,0	°C

Riesgo de heladas entre: 2 de Nov. y 30 de Abr. (14,3 días de nieve/año)

**FIG.210.- BALANCE HIDRICO**

3° 37' O  
**ESTACION. VILLAFRIA** 42° 21' N

Período 1947-1970



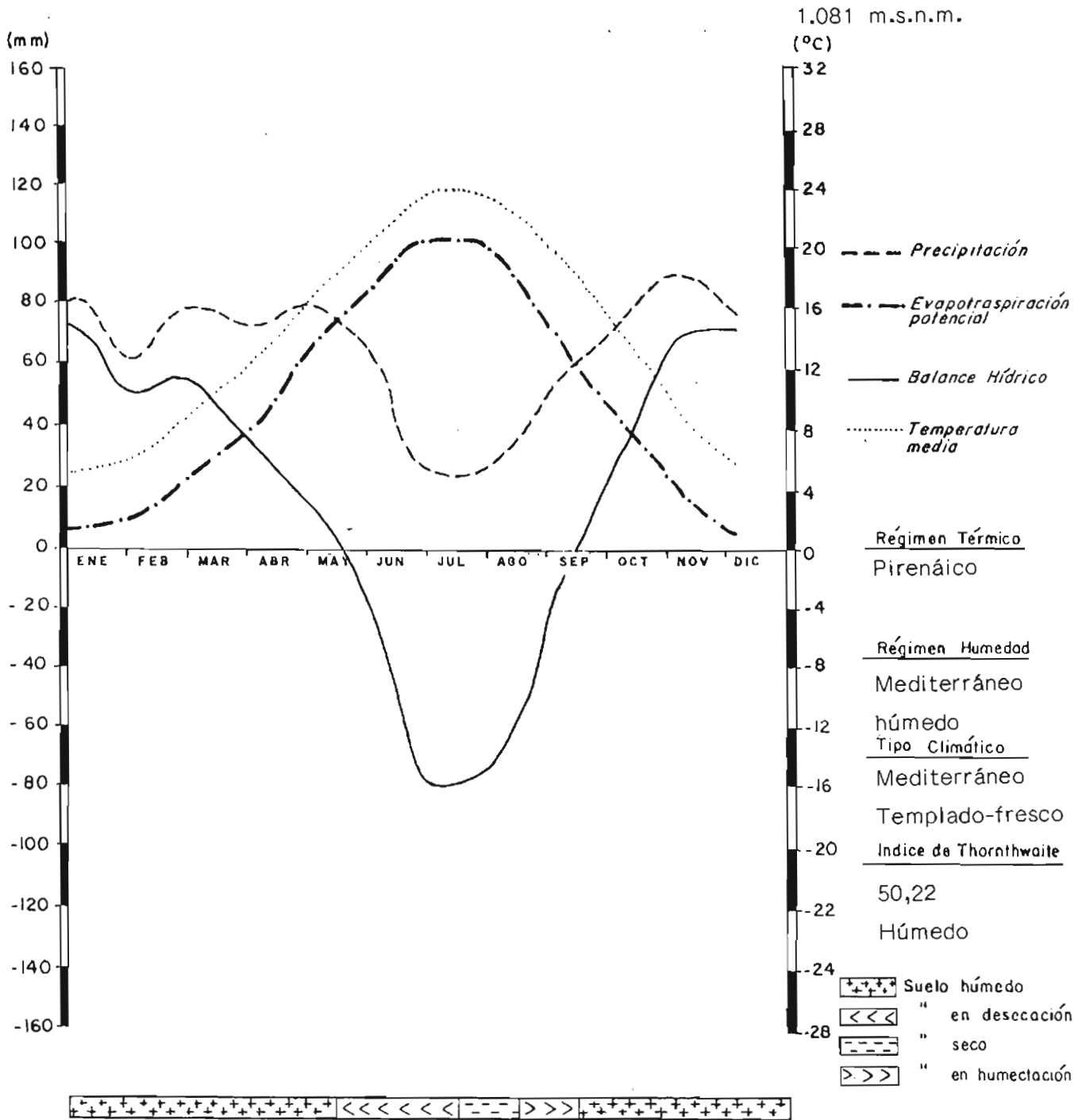
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	50	47	63	49	55	50	28	26	46	59	73	57	mm
Evapotraspiración media.	7	12	31	40	68	96	115	107	81	49	22	9	mm
Balance hídrico.	43	35	32	9	-13	-46	-87	-81	-35	10	51	48	mm
Temperatura media.	2,2	3,3	6,5	8,1	11,6	15,3	18,3	18,4	15,8	11,0	5,9	3,0	°C

Riesgo de heladas entre: 10 de Oct. y 20 de May. (21,8 días de nieve/año)

**FIG.2.11.- BALANCE HIDRICO**

3° 20' O

**ESTACION. VILOROBE (Pno. ARLANZON) 42° 18' N**  
Período 1938-1970



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	83	63	81	75	82	66	26	29	56	75	92	79	mm
Evapotranspiración media.	7	10	25	40	68	88	104	100	72	46	22	5	mm
Balance hídrico.	76	53	56	35	14	-22	-78	-71	-16	29	70	74	mm
Temperatura media.	5,1	6,1	9,1	12,4	17,0	20,8	24,0	23,5	20,0	14,9	9,1	5,7	°C

Riesgo de heladas entre: 15 de Sep. y 2 de Jun. (17,6 días de nieve/año)

**FIG.2.12.- BALANCE HIDRICO**



## 2.2. TOPOGRAFIA

Desde el punto de vista topográfico, el Tramo considerado puede dividirse en tres grandes sectores.

El primero de ellos es el correspondiente a los acusados relieves de las Sierras de la Demanda y Cameros. El segundo sector se sitúa en las estribaciones septentrionales de dichas Sierras y, por último, el tercer sector corresponde a la parte central de la Zona, denominada Surco Ebro-Rioja.

El primer sector tiene una extensión superficial bastante reducida en el Tramo, y se sitúa al Sur y Suroeste del mismo. El área de la Sierra de la Demanda presenta los mayores desniveles de todo el Tramo estudiado. La red de drenaje se encuentra muy encajada y los ríos poseen un régimen hidráulico de carácter perenne la mayor parte de las veces. Las pocas vías de comunicación en este sector se disponen precisamente en las llanuras aluviales y en las pequeñas terrazas de estos ríos. El sentido general de circulación de los mismos es hacia el Noroeste y hacia el Norte, aunque localmente pueden sufrir cambios de dirección.

El segundo sector, correspondiente a las estribaciones septentrionales de las Sierras de la Demanda y Cameros, presenta una topografía algo menos acusada que la del sector anterior, aunque también existen importantes desniveles. La red de drenaje es heredada y, a diferencia con lo que ocurre en el primer sector, los ríos presentan una amplia llanura aluvial, así como importantes depósitos superficiales de terrazas. Las vías de comunicación en sentido longitudinal, es decir Este-Oeste, aunque son de trazado difícil y sinuoso, no son imposibles, pero sí complicadas, dada la dificultad de salvar los importantes desniveles existentes.

El tercer sector corresponde al Surco Ebro-Rioja y constituye las campiñas y llanuras de los ríos principales del Tramo. También se incluyen las mesas y lomas que destacan de los llanos circundantes. Es en este sector donde existe una mayor densidad de carreteras, debido a las favorables condiciones de trazado existentes, y al gran número de poblaciones dispersas por el mismo. En algunos tramos concretos existen problemas de índole topográfica para el trazado de carreteras, como en el caso del Puerto de la Pedraja, divisoria entre el río Duero y el río Ebro, pero son zonas concretas que se pueden adecuar a un trazado aceptable, efectuando las obras y movimientos de tierras que sean necesarios.

## 2.3. GEOMORFOLOGIA

El Sistema Ibérico presenta una disposición estructural NO-SE; sin embargo, en las Sierras de la Demanda y Cameros, dicha directriz adopta una disposición Este-Oeste. Inmediatamente al Norte de dichas sierras, se sitúan unos depósitos de glaciares plio-cuaternarios potentes, que se articulan con depósitos terciarios hacia la parte septentrional.

Tanto los depósitos de glaciares como los materiales terciarios constituyen el relleno de la gran fosa tectónica del Ebro y de la cuenca del Duero. Existe, por tanto, un condicionante estructural importante, definido por las Sierras y los glaciares, al Sur, y los rellenos de colmatación terciaria de la fosa y de la cuenca, al Norte.

La Sierra de la Demanda constituye el punto culminante del Tramo. Está constituida por áreas en general elevadas, que forman auténticas barreras a las



comunicaciones viarias. Solamente los valles de los ríos principales, que se encuentran profundamente encajados, pueden servir como asiento de carreteras que permitan el acceso a las zonas más internas de la Sierra. Por otra parte, la Sierra de Cameros, localizada al Este de la Demanda, presenta un aspecto geomorfológico similar. Tanto en una como en otra, el trazado de carreteras en sentido Este-Oeste se ve enormemente dificultado por la presencia de grandes accidentes morfológicos (cantiles, barrancos encajados, pendientes elevadas, etc.).

Los glaciares plio-cuaternarios, adosados a las Sierras de la Demanda y Cameros, al Norte de éstas, también poseen un aspecto bastante inaccesible. Los frecuentes barrancos, cortos y encajados, así como la fuerte inestabilidad erosiva de los cauces, hace que el trazado de carreteras en sentido Este-Oeste, presente serias dificultades. Estos glaciares poseen unas pendientes longitudinales moderadas (del orden del 10%), aunque el paso de carreteras hacia las Sierras en dirección Sur no puede efectuarse por las cuerdas, sino por el fondo de los escasos valles que cortan estas formaciones y cuyas aguas discurren desde el Sur hacia el Norte.

Otros depósitos plio-cuaternarios se encuentran bastante repartidos por el Tramo, siendo el más importante el correspondiente al sector ocupado por el Puerto de la Pedraja, divisoria fluvial principal entre el río Ebro, al Este, y el río Duero, al Oeste. Aquí el encajamiento de la red de drenaje, como consecuencia de la activa erosión de los cauces y la facilidad con que se meteoriza el material, ha dado como resultado una serie de barrancos y valles profundos que dificultan el trazado de carreteras, aunque no lo impiden.

Los depósitos terciarios, tanto del valle o fosa del Ebro, como los correspondientes a la Cuenca del Duero, presentan dos tipos de relieves claramente diferenciables. El primero de ellos, (relieve en mesas), se produce como consecuencia de la activa erosión de la red hidrográfica producida al final del Mioceno, y que ha continuado hasta la actualidad, dando como resultado un conjunto de mesas y páramos separados por los valles fluviales. Estos pueden tener en ocasiones varios kilómetros de anchura. Este tipo de morfología se localiza sobre todo en la parte occidental del Tramo.

El otro tipo de relieve, (alomado y de cimas redondeadas), se da sobre todo en la parte central y oriental del Tramo, y corresponde a las áreas de campiña que abarcan grandes extensiones superficiales en la Zona estudiada. La construcción de carreteras en este sector no presenta excesivos problemas, salvo en áreas muy localizadas, donde pueden existir cantiles de erosión de elevada altura (50 a 60 m).

Otras zonas importantes en el Tramo, con rasgos geomorfológicos propios, son las formadas por los importantes depósitos cuaternarios de terrazas y aluviales, que se extienden longitudinalmente, y de Sur a Norte, ocupando decenas de kilómetros cuadrados de superficie. Son zonas de relieve absolutamente llano, en las cuales sólo se aprecian pequeños desniveles en los ribazos de las terrazas o aluviales. Son áreas preferentes de localización de carreteras.

#### **2.4. ESTRATIGRAFIA**

Para una mejor sistematización de los distintos materiales existentes en el Tramo estudiado, éstos se van a agrupar en tres conjuntos distintos. El primero de

ellos corresponde a los materiales del zócalo o núcleo hercínico, localizados en la Sierra de la Demanda. El segundo conjunto abarca a los depósitos mesozoicos, tanto continentales como marinos, de las estribaciones de la Sierra de la Demanda, y por último, el tercer conjunto agrupa los sedimentos terciarios y cuaternarios, poco o nada afectados por la Orogenia Alpina, y dispuestos como rellenos del Surco Ebro-Rioja.

El primer conjunto diferenciado solamente aflora, dentro del Tramo, en el extremo Suroccidental del mismo, y corresponde al borde Noroeste de la Sierra de la Demanda. Está compuesto de abajo a arriba en la columna litoestratigráfica, por un primer grupo compuesto de pizarras negras y metaareniscas blancas o grisáceas del Cámbrico Superior (grupo 113), sobre el que se disponen, en contacto concordante, un conjunto de areniscas compactas semejantes a cuarcitas, con intercalaciones pizarrosas; hacia el techo de esta serie local, se va produciendo un enriquecimiento en tramos pizarrosos hasta llegar a ser éstos dominantes. Corresponden al grupo (121). Por encima, estratigráficamente, se dispone el Carbonífero, que está representado por pizarras negras, metaareniscas, carbón y un nivel basal de conglomerados. Es el grupo (152). Este grupo se pone en contacto con el anterior, por medio de falla o de discordancia angular.

El segundo conjunto corresponde al Mesozoico, y se encuentra representado en el Tramo por los sistemas Triásico, Jurásico y Cretácico.

El Triásico, en Facies Germánica, comienza por unas areniscas en tonos rojizos, junto con unos conglomerados muy cementados que presentan unos niveles limolíticos intercalados (grupo 211); todo ello, corresponde al Buntsandstein. A continuación se reconoce un Trías Superior en Facies Keuper, compuesto por arcillas, areniscas e hiladas de yesos. Este Trías Superior se reconoce en el borde occidental de la Sierra de la Demanda, (grupo 213b).

Por otra parte, existen yesos tabulares muy tectonizados, en contacto cabalgante con materiales de la Sierra de Cameros, que pueden incluir paquetes dolomíticos por efectos tectónicos de arrastre (grupo 213a). Por encima de este grupo, se reconoce una serie de «isleos» calcáreos (grupo 213c, probable Rethiense), que parecen «flotar» sobre el grupo anterior.

En contacto discordante con el Triásico, comienza el Jurásico Inferior (Lías), con unas calizas grises y pardas (221a), para continuar con margas y margocalizas (221b). El Dogger está representado por unas calizas, dispuestas en bancos decimétricos a métricos, y que forman la denominada «barra del Dogger» (222). Por encima del conjunto anterior y en contacto discordante, se sitúa la llamada «Facies Purbeck», compuesta aquí por conglomerados, cuarzoarenitas y limolitas, correspondientes al grupo (223a), y por calizas grises en bancos decimétricos a métricos, del grupo 223b. La edad de estas formaciones es Jurásico Superior-Cretácico Inferior, sin poder precisar más al no tener restos paleontológicos que las definan.

Por encima o por cambio lateral de facies con el conjunto anterior, se sitúan margas abigarradas y bancos calcáreos (grupo 231a), que pudieran corresponder a la llamada «Facies Weald», de edad, así mismo, Jurásico Superior-Cretácico Inferior.

Por encima del conjunto anterior, se dispone ya claramente el Cretácico Inferior, representado por la llamada «Facies Utrillas», que está compuesta por arenas, areniscas y conglomerados arcillosos (grupo 231b).



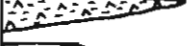
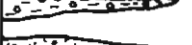
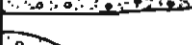

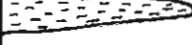





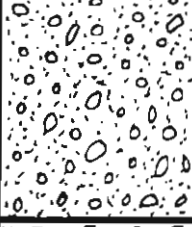
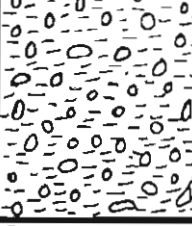
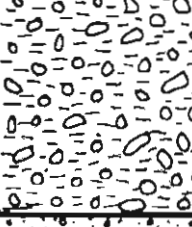
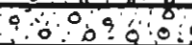

El Mesozoico termina en el Cretácico Superior, compuesto por calizas grises y compactas, de edad Turonense (grupo 232a).

El tercer conjunto, correspondiente a los materiales terciarios, comienza con el Oligoceno, constituido por conglomerados cementados y areniscas compactas del grupo 313. A continuación, en contacto aparentemente concordante y suprayacente al Oligoceno, se dispone el Mioceno, que, en el Tramo estudiado, representa la mayor parte de su extensión superficial, y que comprende tanto depósitos de naturaleza detrítica, como pueden ser conglomerados, arenas, limolitas y arcillas, como depósitos de naturaleza química, como calizas y yesos, fundamentalmente. Existen numerosas indentaciones laterales, recurrencias y acuñamientos entre los distintos grupos del Mioceno, lo que dificulta grandemente la separación de los mismos, a pesar de su disposición sedimentaria, claramente horizontal.

Estratigráficamente por encima del Mioceno, se disponen los glaciares y rañas del Tramo, cuya edad es plio-cuaternaria y cuya naturaleza es eminentemente detrítica y clástica. Corresponde a los grupos denominados (350a), (350b), (350c), (350d), (350e) y (350f).

Por último, se disponen discordantes los distintos materiales cuaternarios, que ocupan en el Tramo amplias extensiones superficiales. Por su origen y génesis, se han distinguido: coluviales, terrazas, aluviales, conos de deyección, depósitos lagunares y rellenos antrópicos.

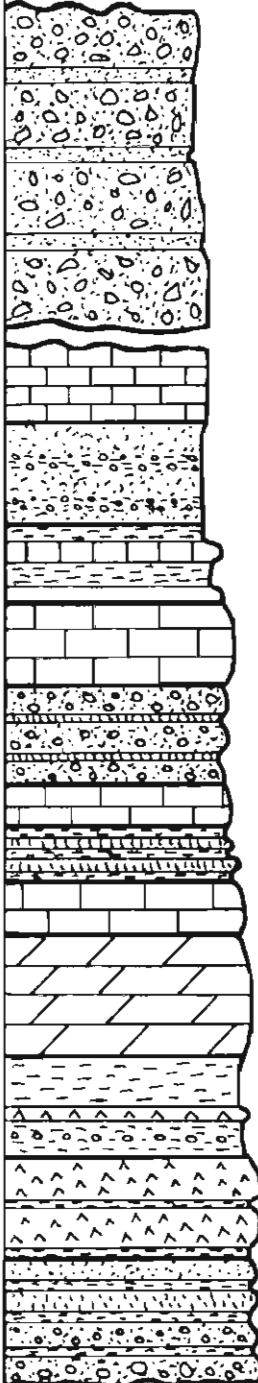
## COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	U1, W2	B, A	DEPOSITOS ANTROPICOS	CUATERNARIO
	L1	A	DEPOSITOS LAGUNARES	CUATERNARIO
	A3	A	DEPOSITOS ALUVIALES	CUATERNARIO
	A2	A	LIMOSOS CON YESOS	CUATERNARIO
	A1	B	DEPOSITOS ALUVIALES DE ARENAS, LIMOS Y GRAVAS	CUATERNARIO
	T3, T2, T1	B, B, B	DEPOSITOS DE TERRAZAS FLUVIALES	CUATERNARIO
	CV1	A	COLUVIO-ELUVIAL ARCILLOSO	CUATERNARIO
	C3	A	GRUPOS COLUVIALES DE GRAVAS ARENOSAS	CUATERNARIO
	C2	A	COLUVIALES ARCILLOSOS Y ARENOSOS	CUATERNARIO
	C1	B	COLUVIALES DE GRAVAS Y ARCILLAS	CUATERNARIO
	O2, D1	A, B	CONOS DE DEYECCION	CUATERNARIO
	350f	D	GRAVAS ARENOSAS Y LIMOSAS	PLIO-CUATERNARIO
	350e	D	CONGLOMERADOS CEMENTADOS	PLIO-CUATERNARIO
	350d	D	LIMOLITAS ROJAS Y GRAVAS	PLIO-CUATERNARIO
	350c	D	GRAVAS SUBREDONDEADAS Y ARCILLAS CREMA	PLIO-CUATERNARIO
	350b	D	CONGLOMERADOS ARENOSOS CEMENTADOS	PLIO-CUATERNARIO
	350a	D	GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS	PLIO-CUATERNARIO

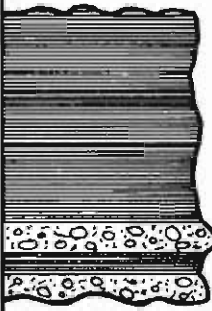
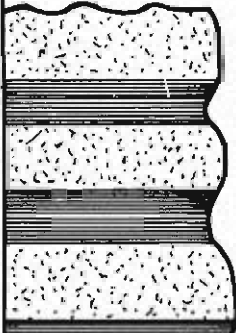
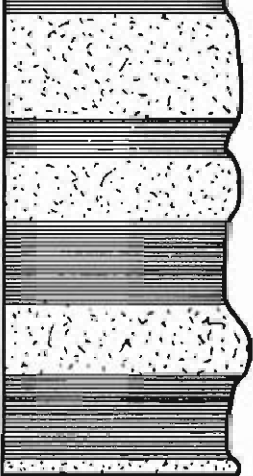
COLUMNA ESTRATIGRAFICA (continuación)

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA LITOLÓGICA	REFERENCIA GEOTÉCNICA	DESCRIPCIÓN	EDAD
	321n	F	MARGAS GRISES Y CALIZAS	MIOCENO
	321n	C	ARENAS, ARCILLAS Y CALIZAS	MIOCENO
	321m	D	ARENAS, ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y ARCILLAS	MIOCENO
	321l	F	CALIZAS BLANCAS	MIOCENO
	321k	C	MARGAS, ARCILLAS, ARENISCAS Y CALIZAS	MIOCENO
	321j	E	YESOS, YESOARENITAS Y MARGAS	MIOCENO
	321i	C	ARCILLAS Y MARGAS ROJAS	MIOCENO
	321h	F	CALIZAS TRAVERTINICAS	MIOCENO
	321g	C	MARGAS BLANCAS E HILADAS CALCAREAS	MIOCENO
	321f	E	YESOS Y MARGAS YESIFERAS	MIOCENO
	321e	E	MARGAS ARCILLOSAS, ARENISCAS Y YESOS	MIOCENO
	321d	D	ARCILLAS, ARENAS Y BANCOS ARENISCOSOS	MIOCENO
	321c	D	ARENISCAS BLANQUECINAS Y LIMOS ARCILLOSOS	MIOCENO
	321b	E	ARENISCAS, LIMOS ARCILLOSOS Y YESOS	MIOCENO
	321a	E	ARCILLAS ROJAS, ARENISCAS Y YESOS	MIOCENO

COLUMNA ESTRATIGRAFICA (continuación)

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	313	D	CONGLOMERADOS CEMENTADOS ROJOS Y ARENISCAS	OLIGOCENO
	232a	F	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR
	231b	D	ARENAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS ARCILLOSOS	CRETACICO INFERIOR
	231a	C	MARGAS ABIGARRADAS Y CALIZAS	CRETACICO INFERIOR
	223b	F	CALIZAS GRISES	MALM
	223a	D	CONGLOMERADOS, CUARZDARENITAS Y LIMOLITAS	MALM
	222	F	CALIZAS EN BANDOS	DOGGER
	221b	C	MARGAS Y MARGOCALIZAS	LIAS
	221a	F	CALIZAS GRISES Y PARDAS	LIAS
	213c	F	CARNIOLAS, DOLOMIAS Y CALIZAS DOLOMITICAS	TRIASICO SUPERIOR
	213b	E	ARCILLAS, ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y YESOS	TRIASICO SUPERIOR
	213a	E	YESOS, ARCILLAS Y DOLOMIAS	TRIASICO SUPERIOR
	211	D	ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y LIMOLITAS	TRIASICO INFERIOR

COLUMNA ESTRATIGRAFICA (continuación)

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	152	G	PIZARRAS, ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y CARBON	CARBONIFERO SUPERIOR
	121	G.	METAARENISCAS Y PIZARRAS	ORDOVICICO INFERIOR
	113	G	PIZARRAS NEGRAS Y METAARENISCAS	CAMBRICO SUPERIOR

## 2.5. TECTONICA

Desde el punto de vista tectónico, pueden distinguirse en el Tramo estudiado, tres zonas tectónicas claramente diferenciadas.

La primera zona corresponde a una tectónica de zócalo que afecta a los materiales paleozoicos como consecuencia de la Orogenia Hercínica. Una segunda, correspondiente a una tectónica de cobertera, en la cual y a partir del Trías, los pliegues hercínicos no han jugado de una manera flexible en las fases posteriores, y por último, una tercera zona que abarca tanto los materiales terciarios de la fosa o cubeta del Ebro como los de la Cuenca del Duero.

**Tectónica de Zócalo.**— En esta zona aparecen varios sistemas de falla, con direcciones NE-SO, E-O, y NO-SE, que la compartimentan. Los pliegues, de amplitud y estilo variable, atestiguan un estilo tectónico anterior al Triásico, ya que los conglomerados basales del Buntsandstein yacen discordantes sobre dichos pliegues. En el zócalo se pueden distinguir las siguientes fases tectónicas: 1ª fase de plegamiento, correspondiente al establecimiento de los pliegues y a la primera esquistosidad. 2ª fase, de cizallamiento tangencial, que origina un nuevo juego de estructuras con un desarrollo local de esquistosidad. 3ª fase, de plegamiento con pliegues de radio amplio, que produce localmente una esquistosidad orientada N 110° E. 4ª fase, que desarrolla una esquistosidad poco marcada y pliegues que deforman las estructuras precedentes. Y 5ª fase, de fracturación, con fallas orientadas NE-SO, NO-SE y E-O, y que afecta al zócalo y a la cobertera.

Las tres primeras fases son anteriores al Westfaliense C y parecen corresponder a las primeras fases hercínicas ligadas a la Orogenia Sudética o Palentina. La cuarta fase, de edad discutible, parece ser posterior al Westfaliense D y anterior al Triásico. Por último, la 5ª fase es de edad pirenaica.

**Tectónica de cobertera.**— Los contactos entre el zócalo y la cobertera son de naturaleza tectónica en la mayoría de los casos. Las fallas de direcciones NE-SO, NO-SE y E-O, anteriormente citadas, actúan unas veces como fallas normales, pero otras lo hacen como fallas inversas, laminando las formaciones de la base del Trías y formando verdaderos «tegumentos» del zócalo.

La cobertera jurásica, despegada por encima de los niveles arcillosos y yesíferos del Keuper, aparece plegada según direcciones paralelas a los principales accidentes del zócalo. Estas estructuras están a menudo en contacto tectónico con las formaciones terciarias y a veces pueden incluso cabalgarlas de forma notable.

Existen, al menos, dos fases tectónicas de plegamiento dentro de esta zona tectónica, estrechamente ligadas a los principales accidentes del zócalo, ya que el plegamiento de fondo de la Sierra de la Demanda incidió de manera notable sobre la generación de estructuras en la cobertera. Por otra parte, puede establecerse una cronología del establecimiento de las estructuras, aunque de manera relativa, ya que no se conoce con seguridad la edad de las formaciones terciarias a las que cabalga la Sierra.

La primera fase es anterior al depósito de los conglomerados de Ojastro, ya que existe discordancia entre los pliegues jurásicos y dichos conglomerados. La segunda fase es posterior a la formación de Santurdejo, considerada como Mioceno, y se pone de manifiesto por el cabalgamiento de los pliegues de la fase anterior por encima de los conglomerados de Santurdejo.



**Tectónica de los materiales terciarios.**— Los depósitos de relleno de la cubeta del Ebro y de la Cuenca del Duero no parecen haber sufrido importantes trastornos tectónicos, ya que su disposición horizontal y su continuidad así lo atestiguan. No obstante, existen determinadas áreas dentro del Tramo, en las cuales se aprecia una clara inclinación de capas, como es el caso de la «Facies Nájera», en las proximidades de dicha población, en donde parece ser que las fallas preexistentes han jugado durante la deposición de dichos materiales, de tal manera que las capas se han ido amoldando al rejuego de dichas fallas, y, de ahí, su buzamiento.

En el resto de los depósitos terciarios no se aprecian efectos tectónicos posteriores al Mioceno.

## 2.6. SISMICIDAD

Según la Norma Sismorresistente PDS-1 (1974), actualmente en vigor y en la que se adopta la escala oficial macrosísmica M.S.K. (Medvedev, S.V.; Sponhever y Karnik, V., 1967), aproximadamente la mitad occidental del Tramo estudiado se incluye en la Zona Sísmica Primera o de Sísmicidad Baja, en la cual no es necesaria la consideración de las acciones sísmicas en las obras situadas en dicha zona.

En cambio, la mitad oriental del área estudiada se incluye en la Zona Sísmica Segunda o de Sísmicidad Media, entre las isosistas VI y VIII. En ella, y para las construcciones del grupo tercero, se habrán de tener en cuenta las acciones sísmicas correspondientes al grado de intensidad que corresponda a su situación.

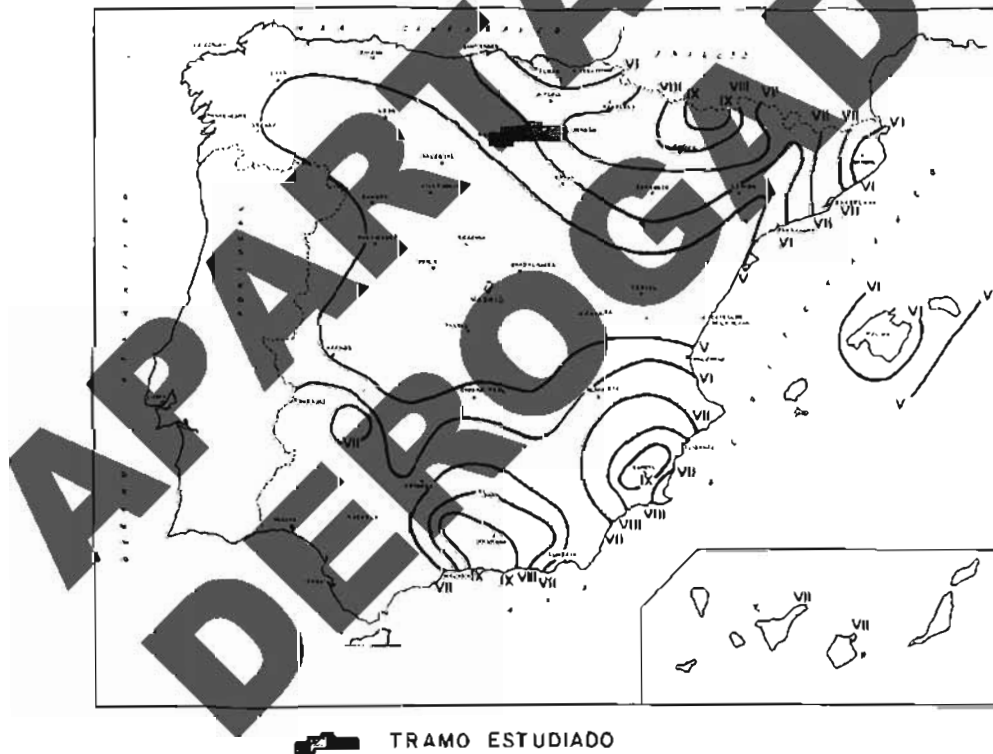


FIG. 2.14.- SITUACION DEL TRAMO ESTUDIADO EN EL MAPA DE ZONAS SISMICAS

### 3. ESTUDIO DE ZONAS

#### 3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

Para una mejor sistematización de este Estudio se han diferenciado las Zonas que a continuación se relacionan, atendiendo a sus caracteres geomorfológicos y litológicos, toda vez que son éstos los que pueden condicionar las obras viarias a realizar en el futuro.

- 1.- Mesas de Burgos y Valle del Arlanzón
- 2.- Montes de Oca
- 3.- Sierra de la Demanda
- 4.- Glacis de la Demanda
- 5.- Mesas de Belorado-Herramélluri
- 6.- Ribera del Oja
- 7.- Campiña de Azofra y Mesas de S. Asensio
- 8.- Ribera del Najerilla
- 9.- Glacis de Cameros
- 10.- Campiña de Villamediana-Fuenmayor
- 11.- Riberas del Ebro y del Iregua

La Zona 1 ocupa el extremo occidental del Tramo. Se incluyen en ella la mayor parte de los cuadrantes 200-1 y 238-1, el borde Noroeste del cuadrante 201-3, y aproximadamente un tercio del cuadrante 239-4. Son tierras del Alfoz de Burgos, formadas por páramos terciarios, con cotas superiores a los novecientos metros, en las que la erosión del río Arlanzón, sus afluentes Cardeñadizo y Vena, y los afluentes de este último, Pico, Hurones y San Juan, abre amplios valles con laderas algo acarcavadas y fondos casi planos.

Litológicamente la Zona 1 se incluye dentro de la Facies Santa María del Campo, correspondiente al Mioceno Medio y Superior. Aparecen en ella, hacia la base, arcillas rojas y ocres, con intercalaciones de arenitas blancas o rosadas de grano variable, en el borde de la cuenca; junto a la Zona 3, este nivel detrítico pasa a ser conglomerático. Sobre él se disponen niveles más arcillosos, también rojos, que progresivamente van haciéndose más margosos, y que intercalan hileras, al principio, y más arriba, capas de caliza. Hay varias recurrencias en el contenido en carbonatos y numerosos cambios laterales; en general, el área central (valle del Arlanzón) es algo más detrítico, en tanto que la margen derecha del río Vena y el valle del río Cardeñadizo son más calcáreas. Al Noroeste de la Zona, finalmente, existen varios niveles yesíferos intercalados entre las arcillas rojas de la base y las margas grises del tramo intermedio; pueden verse cerca de Quintanilla-Vivar, en las laderas del Valle del río Ubierna.

La Zona 2 corresponde a los Montes de Oca que forman la divisoria entre la vertiente del Duero al SO y la del Ebro al NE. Ocupa la mayor parte del cuadrante 201-3 y unos dos tercios del cuadrante 201-2 (salvo los bordes Norte y Este); se adentra también en la esquina Nordeste del cuadrante 239-4, y en el área oriental del cuadrante 200-2.

La estructura geológica condiciona fuertemente la morfología del área ya que la actividad erosiva del río Oca y sus afluentes, río Cerratón y arroyo de la Fuente Negra, o los ríos Vena (cabecera) y Valdecarros, afluentes del Arlanzón, es puramente lineal. En conjunto se trata de un gran glacis distal, pliocénico, de tipo rañoide, que descansa sobre las calizas pontienses de la Facies Páramos. Tanto las calizas como las margas subyacentes, o directamente el Plioceno rañoide, fosilizan un relieve anterior tallado en depósitos mesozoicos (Jurásico, Cretácico) peneplanizados.

La erosión del río Vena por el Nordeste y del río Pico por el Suroeste, permite el afloramiento del anticlinal cretácico de San Vicente-Malagrande, que forma una loma arrumbada de SE a NE en su parte meridional (San Vicente, 1 079 m), e incurvada hacia el Oeste en su parte septentrional (Malagrande, 1 078 m). Aparece en este anticlinal una base formada por el Albiense en Facies Utrillas, y seguida por calizas detríticas y margas arenosas del Cenomaniense, y calizas margosas coronadas por calizas compactas, del Turonense, que forman las cumbres.

Salvo el hecho de que no aflora el Infracretácico, la serie litológica es la misma que la del paraje de Rozquemado, en la cabecera del río Oca, al Sur de Villafranca. Aquí la erosión fluvial permite apreciar un braquianticlinorio muy replegado y fracturado, con relieve invertido en forma de circo; las cumbres son turonenses y el valle se instala en el Cenomaniense más blando.

Entre Arlanzón y Galarde el relieve es mucho menos acusado sobre los afloramientos jurásicos formados por margas y calizas margosas; las formas son alomadas, con escaso desnivel, y las vaguadas están poco marcadas y casi siempre arrumbadas de NO a SE.

El resto de la Zona, entre Santovenia y Villafranca, es una altiplanicie que desciende suavemente de Sur a Norte desde los 1.200 m en Haldillo hasta los 1.000 m de Turrientes. Los ríos discurren paralelos, de SSE a NNO, progresivamente más encajados, y en superficie los materiales son siempre detríticos, continentales, gruesos y con matriz arcillosa. Los lentejones de arcilla son cada vez más abundantes hacia el Norte, y en general la isohipsa de los 1.000 m marca el límite de la raña, que está apoyada como ya se ha dicho sobre calizas y margocalizas pontienses, visibles en el borde septentrional.

La Zona 3 tiene una marcada discontinuidad dentro del Tramo. Corresponde a los materiales paleozoicos y mesozoicos de la Sierra de la Demanda, de amplio desarrollo hacia el Sur, pero que en este Tramo de estudio se circunscriben a la mitad Sur del cuadrante 239-4 y al borde meridional del cuadrante 202-3, junto con las esquinas Suroeste del cuadrante 202-2 y una pequeña área oriental del cuadrante 202-2.

La serie paleozoica de la Sierra de la Demanda incluye dos paquetes bien diferenciados, separados por una gran discordancia. En la base aparecen niveles cámbricos, que si bien en la Sierra, considerada en su conjunto, comienzan en el Georgiense, en el área estudiada se han reconocido únicamente a partir del Acadiense. Incluyen niveles de esquistos (calcoesquistos en la base), y areniscas

en la parte alta. Les sigue una serie alternante de areniscas nodulosas y esquistos laminosos que deben incluirse en el Postdamiense. El Ordovícico está representado exclusivamente por el Tremadoc, formado por conglomerados cuarcíticos, en la base, y areniscas con algunos esquistos intercalados, en la mayor parte de esta serie. EL Paleozoico Superior, por su parte, corresponde íntegramente al Carbonífero-Westfaliense, que presenta una serie de once términos esencialmente detríticos de los cuales se reconocen en el Tramo ocho, y en los que alternan conglomerados (3 niveles) y areniscas microconglomeráticas (1 nivel), con otros cuatro niveles formados por interestratificaciones de areniscas limosas y esquistos.

Sobre este Paleozoico las series mesozoicas de la Sierra de la Demanda incluyen un Triásico en Facies Germánica, pero en el que no existe el término calcáreo intermedio, y un Jurásico formado por un Lías calizo y dolomítico, potente y masivo, y un Dogger de calizas detríticas en la parte baja y formado por una serie calco-margosa en la parte superior (capas delgadas). El Jurásico Superior en Facies Purbeckiense no aflora en el área de estudio. El Cretácico que aflora al Oeste de Cueva de Juarros es en todo semejante al descrito en la Zona anterior.

Morfológicamente el borde Norte de la Sierra de la Demanda se levanta como un fuerte murallón calizo (Liásico) cabalgante, que sólo parece atravesable por el fondo de los valles principales (Tirón, Oja), en tanto que supone el límite de los valles secundarios. Hacia el Oeste, sin embargo (área del río Arlanzón), el predominio del Triásico da lugar a relieves más suaves y a una red de comunicaciones diversificada, si bien con trazados difíciles. El afloramiento de los materiales paleozoicos da lugar progresivamente a mayores alturas y pendientes algo más pronunciadas; el conjunto de ambos factores (altitud elevada y pendientes acusadas), limita en gran medida las comunicaciones hacia la parte central de la Sierra (Este y Sur de Urrez).

Inmediatamente al Norte del frente cabalgante septentrional de la Sierra de la Demanda, se dispone un amplio glacis eminentemente conglomerático que constituye la Zona 4. Se extiende sobre un área de unos 40 km, de Oeste (río Tirón) a Este (río Najerilla), y de 6 a 9 km, de Sur (Ojastro) a Norte (Corporales). Ocupa el tercio Suroriental del cuadrante 201-2, la mayor parte de los cuadrantes 202-2 y 202-3, y la esquina Suroccidental del cuadrante 203-3.

La pendiente media de Sur a Norte es relativamente suave (15%) en las cuerdas, pero al tratarse de materiales fácilmente erosionables, la red de drenaje discurre muy encajada y con gran desarrollo arborescente, lo que hace las comunicaciones trasversales (Este-Oeste) notablemente dificultosas.

La Zona 5 comprende la totalidad de los cuadrantes 201-1 y 202-4, el tercio occidental de los cuadrantes 169-2 y 202-1, junto con el borde Norte de los cuadrantes 201-2 y 202-3, y la esquina Noroeste del cuadrante 202-2. Morfológicamente está articulada sobre un conjunto de mesas suavemente inclinadas hacia el Norte y separadas por los valles relativamente amplios del río Tirón y sus afluentes. Entre la parte alta de las mesas, con perfil acantilado, y el fondo plano de los valles suele aparecer (salvo en el extremo Nordeste de la Zona) un área de campiña ondulada, de lomas redondeadas en las cumbres y pendientes tendidas. Litoestratigráficamente el área incluye diversas facies continentales miocénicas más o menos recubiertas por suelos cuaternarios.

El valle del río Oja (Zona 6) tiene en Ojastro una anchura de unos 300 m, a la altura de Santo Domingo de la Calzada la llanura aluvial se extiende a uno y otro

lado de la ciudad hasta una anchura de 4 a 5 km, y ya al Norte de Casalarreina la llanura conjunta de los ríos Oja y Tirón tiene una amplitud en sentido E-O de unos 10 km. Morfológicamente esta Zona incluye la llanura de inundación y un conjunto de planicies aterradas entre las que se disponen ribazos de 1 a 5 m de desnivel. Desde el punto de vista litológico, son suelos detríticos sueltos, en el cauce, y empastados, aunque no cementados, en las terrazas.

Salvo los problemas derivados de las crecidas fluviales, no hay dificultades mayores a la red vial. Esta zona ocupa el área central de los cuadrantes 202-1 y 202-2 y aproximadamente la mitad del cuadrante 169-2.

Por su parte, la Zona 7 se extiende sobre el tercio Nordeste del cuadrante 202-2, el tercio oriental del cuadrante 202-1, la esquina Sureste del cuadrante 169-2 y la mayor parte de los cuadrantes 203-3 y 203-4. En ella los niveles con morfología de mesas son minoritarios, en tanto que predominan los perfiles ondulados de la campiña, con cuerdas convexas y valles cóncavos. Los materiales pertenecen al Mioceno Continental del Valle del Ebro (Facies Nájera, Haro y Alfaro) y sus recubrimientos de suelos cuaternarios.

El valle del río Najerilla da lugar en el Tramo estudiado a una planicie de 1 a 3 km de anchura que constituye la Zona 8 y que se extiende desde Baños de Río Tobía (borde Sur del cuadrante 203-3), hasta Torremontalbo (cuadrante 203-4, borde Norte). Se ha incluido también en esta Zona la estrecha llanura aluvial del río Ebro en el entorno de Cenicero. Los materiales son aluviales semejantes a los de la Zona 6, si bien la extensión de las terrazas es aquí bastante más reducida.

En la Zona 9 se ha incluido, además del glacis propiamente dicho de la Sierra de Cameros, los afloramientos de materiales mesozoicos del valle del río Leza, aguas arriba de Ribafrecha. Estos depósitos están constituidos por calizas triásicas, flotantes sobre arcillas yesíferas en Facies Keuper, junto con el Cretácico de Clavijo, que está formado por conglomerados rojos, arenitas y limolitas en Facies Wealdense y por calizas urgoaptenses. Las áreas de glacis contienen niveles rañoides pliocénicos, en la parte alta, y conglomerados algo más cementados, miocénicos, en la parte baja, que pasan lateralmente, hacia el Norte, a areniscas arcillosas. El territorio es morfológicamente agreste por el Sur, con pendientes de algo más del 20%, y red de drenaje centrífuga, algo encajada. En la zona media la pendiente desciende (menos del 10%), pero los barrancos se encajan mientras que hacia el Norte el relieve pasa insensiblemente a una morfología de campiña enlazando con la Zona 10. El área de Ribafrecha es algo más compleja en función de su litología, de forma que el río Leza y sus barrancos afluentes se encajan profundamente en las arcillas triásicas, dejando las cumbres calizas aisladas y poco menos que inaccesibles. Esta Zona se extiende sobre algo más de la mitad Sureste del cuadrante 203-3, la mayoría del cuadrante 203-2, y el tercio Sur del cuadrante 204-3; también incluye una extensión reducida en el borde Sureste del cuadrante 203-1.

La Zona 10, por su parte, comprende tres cuartos del cuadrante 203-1, los bordes Norte y Sureste y tercio Oeste del cuadrante 204-4, la mitad Oeste y una buena parte de la mitad oriental del cuadrante 204-3, las esquinas nororiental y noroccidental del cuadrante 203-2 y una pequeña parte oriental de los cuadrantes 203-4 y 203-3. Morfológicamente es una verdadera campiña, con pendientes suaves, formas onduladas, curvas redondeadas y planicies suavemente cóncavas. Los depósitos terciarios de la Facies Alfaro ocupan la mayor parte de ella.

Finalmente, la Zona 11 corresponde al valle del río Iregua. Como en los casos de los ríos Oja y Najerilla, los materiales son aluviones sueltos (gravas y bolos) y terrazas de gravas cubiertas por arcillas limosas. A partir del casco urbano de Logroño, el río Ebro amplía la extensión de sus aluviones hacia aguas abajo, y este área también se ha incluido dentro de esta Zona 11. Son pues, dos llanuras fluviales escalonadas, con sus correspondientes terrazas laterales, sin que la morfología suponga en ellas ninguna dificultad para el trazado de carreteras.



### **3.1. ZONA 1: MESAS DE BURGOS Y VALLE DEL ARLANZON**

#### **3.1.1. Geomorfología**

La Zona 1 se encuentra situada en la parte más occidental del Tramo, y comprende gran parte de los cuadrantes 200-2 y 238-1, el borde NO del cuadrante 201-3 y un tercio del cuadrante 239-4. Morfológicamente está constituida por páramos terciarios más o menos planos, que presentan cotas absolutas sobre los 900 m y forman «mesas», entre las cuales se desarrollan los ríos de la Zona (Arlanzón, Hurones, Vena y Pico, entre otros). Los valles de dichos ríos son amplios, de fondo casi plano, y en sus laderas, de pendientes moderadas, a veces se reconocen algunos asomos rocosos, y en todas se observan recubrimientos coluviales de espesor apreciable que enmascaran las laderas originales y hacen disminuir aún más la inclinación de las pendientes, sobre todo en la parte baja de las mismas, al articularse los coluviales con las llanuras aluviales.

La erosión remontante de los arroyos afluentes de los ríos principales no ha conseguido todavía encajarse en los materiales sedimentarios de la Zona, por lo que la red de drenaje se encuentra diversificada, pero poco marcada.

#### **3.1.2. Tectónica**

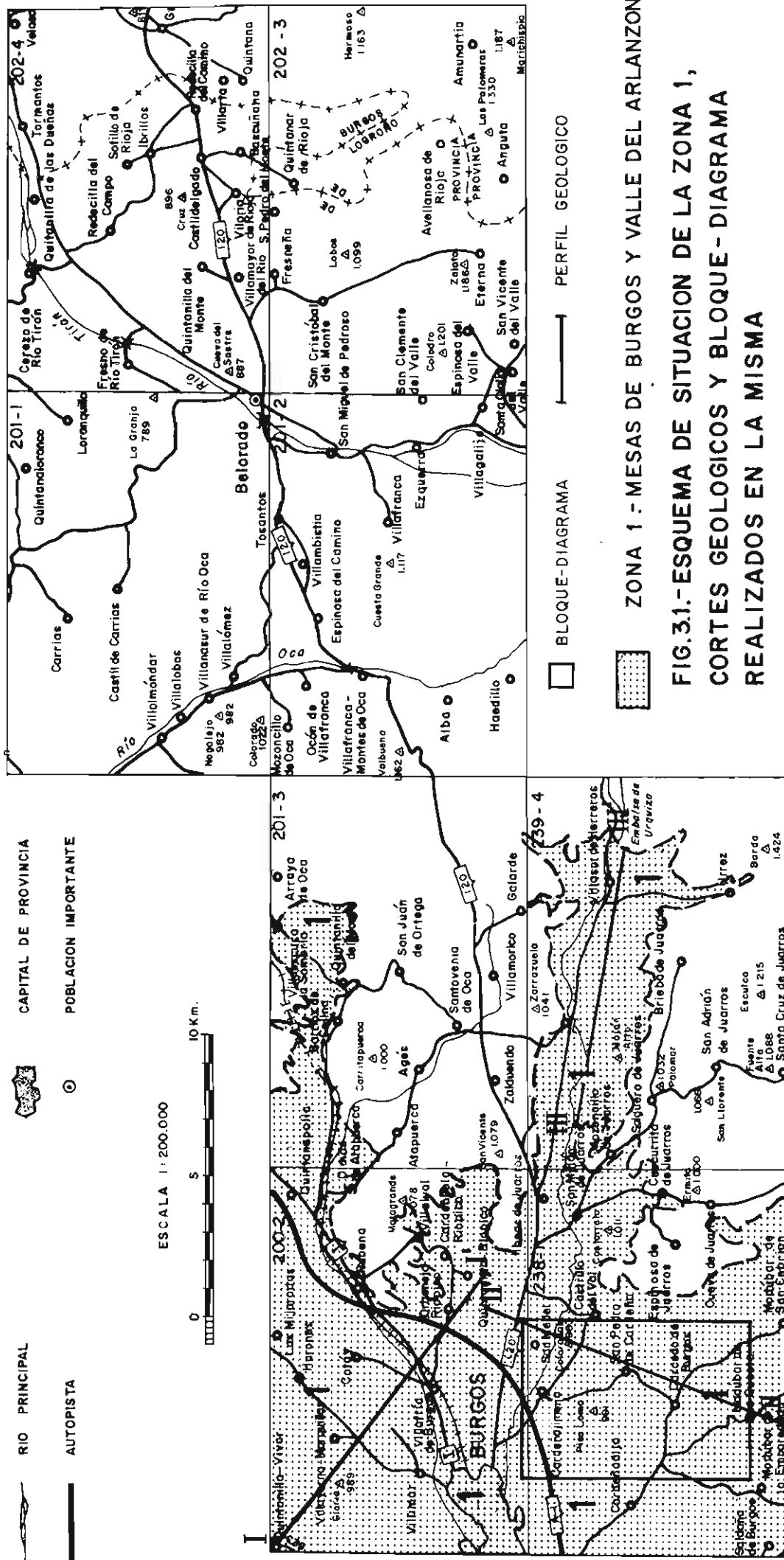
La mayor parte de los materiales que constituyen la Zona 1 son de edad miocena. Son depósitos que se disponen con una estratificación horizontal y no parecen haber sido afectados por la Orogenia Alpina. Los pequeños retazos de Triásico, Cretácico y Oligoceno que existen en dicha Zona sí presentan una tectónica notable. No obstante, sus rasgos característicos se señalan en el apartado de Tectónica de la Zona 3, ya que el describir las estructuras observadas en los materiales mesozoicos de esta Zona 1, al no tener todas las características tectónicas, dejaría incompletos los rasgos tectónicos y estructurales generales de dichos materiales.



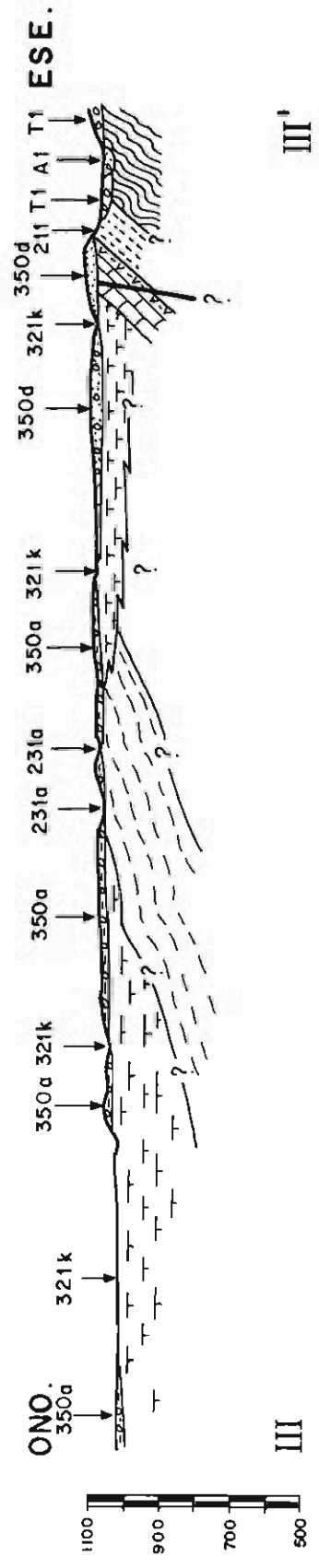
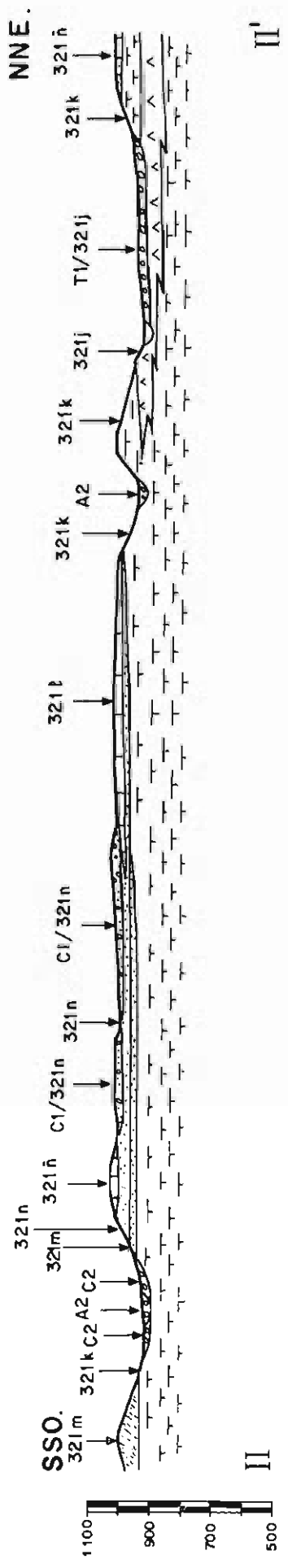
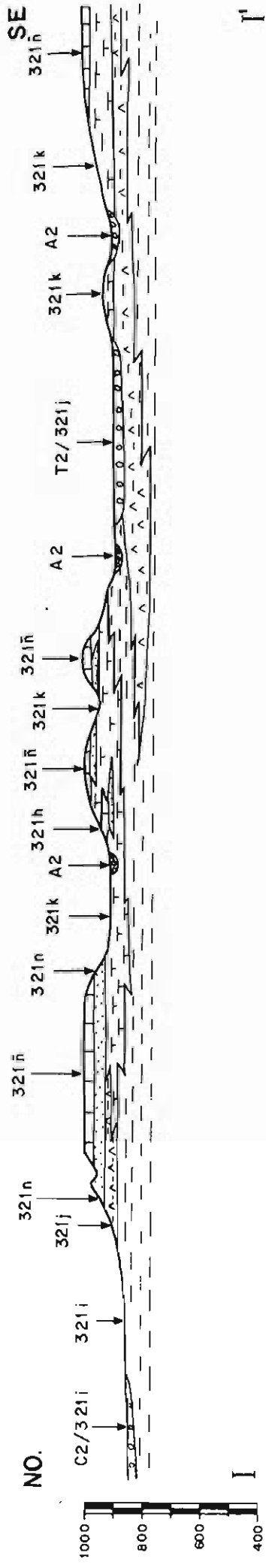
**LEYENDA**

- FERROCARRIL
- FERROCARRIL (ABANDONADO)
- RIO PRINCIPAL
- AUTOPISTA
- CARRETERA NACIONAL
- OTRAS CARRETERAS
- DIVISION DE LOS CUADRANTES DE LAS HOJAS A ESCALA 1/50000
- CAPITAL DE PROVINCIA
- POBLACION IMPORTANTE
- PUEBLO O ALDEA
- LIMITE PROVINCIAL
- VERTICE GEODESICO

ESCALA 1 : 200.000



**ZONA 1 - MESAS DE BURGOS Y VALLE DEL ARLANZON**  
**FIG.3.1.-ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 1,**  
**CORTES GEOLOGICOS Y BLOQUE - DIAGRAMA**  
**REALIZADOS EN LA MISMA**

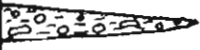




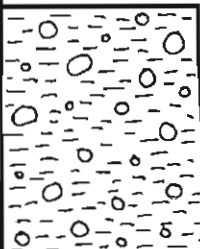
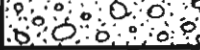

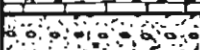
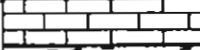

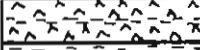

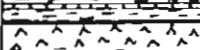
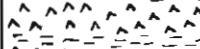

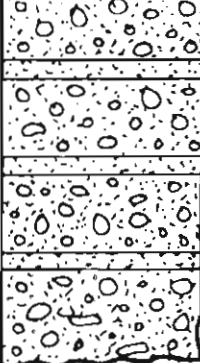

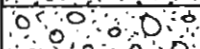
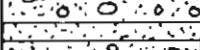
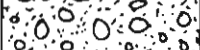
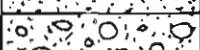
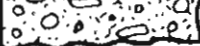


ESCALAS H : 1/ 50000  
V : 1/ 20.000

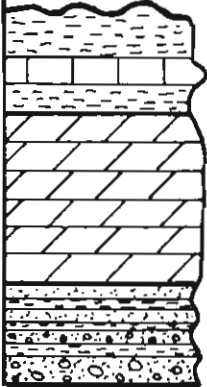
FIG. 3.2.- CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA 1



### 3.1.3. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA LITOLÓGICA	REFERENCIA GEOTÉCNICA	DESCRIPCIÓN	EDAD
	A2	A	DEPOSITOS ALUVIALES DE ARENAS, LIMOS Y GRAVAS	CUATERNARIO
	A1	B	DEPOSITOS DE GRAVAS Y ARENAS	CUATERNARIO
	C2	A	COLUVIALES ARCILLOSOS Y ARENOSOS	CUATERNARIO
	C1	B	COLUVIALES DE GRAVAS Y ARCILLAS	CUATERNARIO
	T2, T1	B, B	DEPOSITOS DE TERRAZAS FLUVIALES	CUATERNARIO
	350d	D	LIMOLITAS ROJAS Y GRAVAS	PLIO-CUATERNARIO
	350a	D	GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS	PLIO-CUATERNARIO
	321n	F	MARGAS GRISES Y CALIZAS	MIOCENO
	321m	C	ARENAS, ARCILLAS Y CALIZAS	MIOCENO
	321l	D	ARENAS, ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y ARCILLAS	MIOCENO
	321k	F	CALIZAS BLANCAS	MIOCENO
	321j	C	MARGAS, ARCILLAS, ARENISCAS Y CALIZAS	MIOCENO
	321i	E	YESOS, YESOARENITAS Y MARGAS	MIOCENO
	321h	C	ARCILLAS Y MARGAS ROJAS	MIOCENO
	321g	F	CALIZAS TRAVERTINICAS	MIOCENO
	321f	C	MARGAS BLANCAS E HILADAS CALCAREAS	MIOCENO
	313	E	YESOS Y MARGAS YESIFERAS	MIOCENO
				
				
				
				
				
				
	313	D	CONGLOMERADOS CEMENTADOS ROJOS Y ARENISCAS	OLIGOCENO

### 3.1.3. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA LITOLÓGICA	REFERENCIA GEOTÉCNICA	DESCRIPCIÓN	EDAD
	231a	C	MARGAS ABIGARRADAS Y CALIZAS	CRETÁCICO INFERIOR
	213c	F	CARNIOLAS, DOLOMITAS Y CALIZAS DOLOMITICAS	TRIÁSICO SUPERIOR
	211	D	ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y LIMOLITAS	TRIÁSICO INFERIOR

ESCALA 1:5000

#### 3.1.4. Grupos litológicos

ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y LIMOLITAS, (211).

Se describe en la Zona 3, dada su mayor representatividad en ella.

CARNIOLAS, DOLOMIAS Y CALIZAS DOLOMITICAS, (213c).

Se describe en la Zona 3, dada su mayor extensión en ella.

MARGAS ABIGARRADAS Y CALIZAS, (231a).

Este grupo se describe en la Zona 2, dada su mayor importancia en ella.

CONGLOMERADOS CEMENTADOS Y ARENISCAS, (313).

Se describe este grupo en la Zona 4, dada su mayor extensión en ella.

YESOS Y MARGAS YESIFERAS, (321f).

Se describe este grupo en la Zona 5, dada su mayor representatividad en ella.

MARGAS BLANQUECINAS CON INTERCALACIONES CALCAREAS, (321g).

Se describe en la Zona 2, debido a su mayor extensión en ella.

CALIZAS TRAVERTINICAS, (321h).

Se describe este grupo en la Zona 2, dada su mayor representatividad en ella.

#### ARCILLAS Y MARGAS ROJAS. (321i).

**Litología.**— Este grupo está formado por arcillas, de tonos rojizos y muy plásticas, y por margas ocres y rojas. Estos últimos depósitos se encuentran muy compactos cuando se encuentran secos, sanos y sin alteración. El conjunto se recubre, prácticamente en toda su extensión, de un suelo eluvio-coluvial arcilloso y margoso, muy plástico cuando se encuentra en estado húmedo.

**Estructura.**— Al presentarse este grupo recubierto por suelos eluvio-coluviales no es posible reconocer la estructura general del conjunto, aunque lógicamente cabe suponer una disposición horizontal o subhorizontal, como la que aparece en la formación suprayacente.

**Geotecnia.**— Tanto la formación, como el suelo de recubrimiento que la enmascara, deberán considerarse como ripables. Por el elevado contenido de elementos finos que presenta, es una formación impermeable. Su capacidad portante es baja. Son materiales inadecuados, dada su elevada plasticidad, para ser utilizados en la formación del núcleo y coronación de terraplenes. Los ángulos admisibles de excavación para taludes de baja altura (menor de 5 m), no deberían sobrepasar los 15°, ya que es un material fácilmente movilizable cuando se empapa de agua. Al ser estos depósitos muy meteorizables y erosionables, es conveniente disponer una cuneta amplia, al pie de los taludes de excavación, para la recogida de los arrastres que se producirán con el tiempo.

#### YESOS, YESOARENITAS Y MARGAS. (321j).

**Litología.**— Está compuesto este grupo por niveles de yeso blanquecino y sacaroideo, alternante con capas de yesoarenitas en tonos grises, y por capas de margas limosas ocres, con pequeños cristales de yeso embutidos en su seno. También existen niveles de espesor variable, hasta de varios decímetros, de cristales grandes de yeso en punta de flecha, con margas grises asociadas.

**Estructura.**— La disposición general, como la mayoría de los niveles terciarios de este área, es subhorizontal. A nivel local y de afloramiento, se distinguen pequeños repliegues de capas, producidos por el aumento de volumen experimentado al pasar, por hidratación, de la anhidrita ( $\text{SO}_4\text{Ca}$ ), a yeso ( $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ).

El espesor de capas, tanto de los niveles de yeso, como en los de yesoarenitas o margas, está comprendido entre unos pocos centímetros y más de 60 cm.

**Geotecnia.**— Este grupo en general se puede considerar como ripable, salvo algún banco de yeso más compacto, en el cual se hace necesaria la utilización de un martillo neumático, previamente a su remoción mecánica. La capacidad portante del grupo es media. Esta formación se puede considerar impermeable, dado el elevado porcentaje de elementos finos que presenta, pero debe hacerse constar la posible karstificación de los niveles yesíferos, induciendo por tanto, una permeabilidad importante por percolación lateral y vertical.



Foto 1.— Grupo 321j. Detalle de los niveles blanquecinos de yeso sacarroideo.

Los taludes de excavación pueden ser subverticales para alturas bajas, ya que los niveles yesíferos arman el conjunto. Debe tenerse en cuenta, no obstante, la erosionabilidad y solubilidad de los materiales a medio y largo plazo. Es conveniente, por tanto, disponer una cuneta amplia al pie de los taludes de excavación para la recogida de los materiales derrubidos.

En algunas zonas concretas se han producido deslizamientos en este grupo, en general por descalces basales debidos a la acción de arroyos o torrentes. Estos efectos se pueden prevenir disponiendo muros de mampostería, de hormigón armado, o de gaviones, entre otros, que eviten la incidencia de las aguas aluviales o de escorrentía sobre los materiales.

En esta formación es imprescindible la utilización de cementos sulforresistentes, dada la importante concentración de elementos yesíferos que posee.

#### MARGAS, ARCILLAS, ARENISCAS Y CALIZAS, (321k).

**Litología.**— Este grupo está formado por margas en tonos ocre, algo terrosas y arcillosas, que intercalan niveles de arcillas rojas, plásticas y alteradas superficialmente, y por areniscas de grano fino y de cuarzo principalmente, muy compactas y resistentes. También existen niveles de calizas blancas y ocreas, algo margosas y fracturadas, duras y oquerosas.

**Estructura.**— Se presenta este grupo en disposición subhorizontal y en capas de espesor variable, desde pocos centímetros hasta más de 1 m. En ocasiones existen pequeños repliegues en las capas margosas, así como laminaciones paralelas y estratificación cruzada en los tramos areniscosos.





Foto 2.— Grupo 321k. Aspecto parcial de las margas y areniscas del grupo, en la carretera de Castrillo del Val a la carretera nacional 120.

En ocasiones se producen acuñamientos e indentaciones de unos miembros en otros, por lo que no se puede seguir una misma litología, aún en distancias laterales pequeñas.

**Geotecnia.**— En conjunto, este grupo puede considerarse ripable, aunque puede existir algún tramo más compacto (principalmente en los niveles calizos), que necesite una preparación previa, mediante martillo neumático, antes de su remoción mecánica. La capacidad portante es de tipo medio en general. Se puede considerar en conjunto como impermeable, aunque en los tramos areniscosos existe una porosidad intergranular que permite una cierta transmisividad lateral. Los taludes de excavación para alturas bajas, pueden cortarse con ángulos de hasta  $60^\circ$  si existen niveles calizos o areniscosos. Esta inclinación deberá rebajarse hasta un máximo de  $25^\circ$  si los materiales cortados son predominantemente margas y arcillas. Estas últimas son fácilmente alterables y erosionables, por lo que es conveniente disponer una cuneta al pie de los taludes para la recogida de derrubios.

#### CALIZAS BLANCAS, (321 I).

**Litología.**— Este grupo lo forman unas calizas blanquecinas, micríticas, compactas y duras, y muy recrystalizadas. Superficialmente presentan un suelo de recubrimiento, arcilloso y arenoso, de poco espesor (en torno a los 0,6 m).

**Estructura.**— Esta formación se dispone con una estructura general sub-horizontal, y en bancos de espesor variable, desde los 0,2 m a los 1,5 m. En los

frentes abiertos de algunas canteras se reconoce una fracturación y un diaclasado importantes, aunque no excesivos, que inducen la fragmentación de la roca en bloques de hasta 1,5 m<sup>3</sup> de volumen. Dicha fracturación es mayor hacia el techo de la serie.

**Geotecnia.**— Este grupo debe considerarse como material canterable. Su capacidad portante es alta. No es ripable, por lo que se hace necesario el empleo de explosivos o de martillo neumático para poder efectuar su remoción mecánica. Su permeabilidad es de tipo medio, tanto por fisuración, como por la ligera karstificación que presenta. Los taludes de excavación a realizar, para alturas bajas y medias, pueden ser subverticales. Conviene efectuar un saneo previo de los paramentos, para evitar una posterior caída de bloques. Es conveniente realizar una cuneta al pie de los taludes, para recoger los posibles desprendimientos que pudieran producirse.



Foto 3.— Grupo 321 l. Vista general de un frente de explotación (Canteras de Bernardo), entre Castrillo del Val y Modúbar de San Cebrián.

#### ARENAS, ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y ARCILLAS, (321 m).

**Litología.**— Este grupo está formado por arenas, areniscas, conglomerados y arcillas. Las arenas están constituidas fundamentalmente por granos de cuarzo. Localmente existen pequeños niveles intercalados de gravillas de cuarzo de hasta 1 cm de diámetro. La matriz es limosa en tonos blanquecinos.

Las areniscas son de tonos rojizos y oscuros cuando están alteradas, y de tonos claros en corte fresco. Poseen una cementación de tipo carbonatado.

Los conglomerados tienen cantos de cuarzo y cuarcita, cuyo tamaño está comprendido entre 1 cm y 10 cm de diámetro. La cementación que poseen es de tipo carbonatado.

Las arcillas son margosas, rojizas y plásticas, y se disponen en bancos de espesor métrico.

**Estructura.**— El conjunto de todos los materiales definidos anteriormente se dispone con una estructura general subhorizontal.

La mayor parte de las veces, este grupo se encuentra enmascarado por suelos de recubrimiento, por lo que es difícil reconocer la estratificación. No obstante, existen áreas en donde sí es posible ver la estructura.

El espesor de los bancos puede llegar a 1 m, aunque lo normal es que sean de potencia decimétrica. En algunas ocasiones puede reconocerse, en los bancos areniscos, una estratificación cruzada, así como granoselección de tamaños y rellenos de paleocanales, entre otras estructuras sedimentarias.



Foto 4.— Grupo 321m. Detalle de un afloramiento de arenas, entre los pueblos de Villimar y Villayerno-Morquillas.

**Geotecnia.**— El conjunto puede considerarse ripable, salvo los bancos conglomeráticos y areniscosos de mayor potencia, que quizás necesiten una preparación previa con un martillo neumático, antes de proceder a su remoción mecánica. La permeabilidad es excelente en todos los materiales del conjunto, excepto en los tramos arcillosos que se pueden considerar impermeables. La capacidad portante es baja en arenas, alta en conglomerados y areniscas, y baja en arcillas.

Los taludes admisibles de excavación para alturas bajas pueden ser sub-verticales, aunque en los tramos arenosos y arcillosos puede producirse una degradación importante a corto y medio plazo. Los niveles arenosos pueden constituir un excelente préstamo.

#### ARCILLAS, ARENAS Y CALIZAS, (321n).

**Litología.**— Este grupo está formado por un conjunto de arcillas, arenas y calizas. Las arcillas son algo plásticas y de tonos claros; las arenas son de tamaño medio y fino, están constituidas por granos de cuarzo, y son de colores blanquecinos; y las calizas son claras, algo margosas y oquerosas. Todo el conjunto se presenta alternante, predominando los tonos claros a nivel general.



Foto 5.— Grupo 321n. Vista general del grupo, con una indentación del grupo 321m, cerca de Modúbar de la Cuesta.

**Estructura.**— Su disposición estructural general es subhorizontal. Pueden existir cambios de facies e indentaciones laterales de otros grupos en la formación 321n. El espesor individual de los bancos es muy variable, desde los 10 a 20 cm hasta los 2 m. La secuencia estratigráfica dentro de la serie no es homogénea, de forma que no existe una sucesión de los materiales mencionados, que se vaya repitiendo desde la base hasta el techo.

**Geotecnia.**— Las arcillas y arenas pueden considerarse ripables. Las calizas, en cambio, no son ripables. La capacidad portante es alta en calizas y baja en arcillas y arenas.

Las arenas y calizas son permeables, mientras que las arcillas deben considerarse impermeables. Los taludes admisibles de excavación para alturas bajas y medias pueden llegar a tener 50° de inclinación, siempre que exista un contenido apreciable en bancos calcáreos. En el caso de que sólo existan arcillas y arenas, con algún banco esporádico de calizas, los ángulos de excavación deberán rebajarse considerablemente, hasta una inclinación máxima de 25°.

#### CALIZAS OQUEROSAS Y MARGAS, (321ñ).

**Litología.**— Este grupo está formado por calizas oquerosas y por margas grisáceas. Las calizas son de tonos blanquecinos, micríticas, algo margosas, fracturadas y pulverulentas. Las margas son grises o blanquecinas, de aspecto terroso y arcilloso, y son plásticas cuando se humedecen.



Foto 6.— Grupo 321ñ. Detalle de este grupo, en las proximidades de Villayerno-Morquillas.

**Estructura.**— La disposición general del conjunto es subhorizontal. El espesor de las capas es variable, desde 20 cm hasta más de 1,5 m. Los niveles calizos producen resaltes y cornisas por erosión diferencial de los tramos margosos. Estas cornisas pueden llegar a desprenderse, dada la fracturación y el volumen de huecos que poseen los tramos calizos.

**Geotecnia.**— Los paquetes calizos se deben considerar como muy permeables, dado el diaclasado tan intenso que presentan y el elevado volumen de

huecos existente. La transmisividad se produce por percolación lateral. Los niveles margosos son impermeables.

La capacidad portante de las calizas es de tipo medio. En los tramos margosos la capacidad portante es baja. El conjunto puede considerarse como ripable, aunque en los tramos calcáreos puede existir alguna zona concreta que no se pueda ripar.

Los ángulos de los taludes de excavación pueden ser subverticales para alturas bajas, dada la alternancia de materiales existentes. Es conveniente construir, por otra parte, una cuneta al pie de los taludes, al objeto de recoger los derrubios que se producirán a corto y medio plazo.

#### GRAVAS CUARCITICAS Y ARENAS LIMOSAS, (350a).

Se describe este grupo en la Zona 7, dada su mayor representatividad en ella.

#### LIMOLITAS ROJAS Y GRAVAS, (350d).

Este grupo se define en la Zona 2, dada su mayor extensión en ella.

#### TERRAZA BAJA DEL RIO ARLANZON, (T1).

**Litología.**— Este nivel de terraza está compuesto por cantos subredondos y redondeados, de naturaleza silíceo fundamentalmente, y cuyos tamaños oscilan entre los 2 ó 3 cm de diámetro y los 15 ó 20 cm. El centil puede llegar hasta los 35 cm. La matriz es arenosa, media y fina, y con algo de limos.

Superficialmente este grupo se recubre con un nivel de «limos de inundación» de unos 1,5 m de espesor, intensamente cultivado.

**Estructura.**— El conjunto se dispone subhorizontalmente con una cierta gradación de tamaños de cantos (los gruesos, abajo, y los medios y finos, arriba).

**Geotecnia.**— Son materiales adecuados como préstamos, permeables y ripables. La capacidad portante varía entre media y baja, y se deben retirar previamente los suelos vegetales sobrepuestos. Los taludes de excavación pueden tener inclinaciones de hasta 60° para alturas bajas, aunque se degradan a corto y medio plazo.

#### TERRAZA MEDIA DEL RIO VENA, (T2).

**Litología.**— Este grupo constituye la terraza media del río Vena, y está formado por gravas redondeadas y heterométricas, de naturaleza calcárea fundamentalmente. La matriz es limosa y arcillosa, o bien margosa, con un cierto contenido en arenas. Superficialmente se recubre de un nivel de limos, de hasta 1 m de espesor, que se encuentra intensamente cultivado.

**Estructura.**— La estructura general es masiva y no es posible reconocer cortes naturales o artificiales de este grupo. Por otra parte, está muy cubierto por vegetación, por lo que es muy difícil reconocer el substrato. Sólo se ha visto en unas zonas muy concretas, próximas a Villafría.

**Geotecnia.**— Es un material con capacidad portante de valor medio, salvo en el nivel de limos superficiales, donde es baja. Los materiales granulares y clásticos son utilizables como préstamo para núcleo de terraplenes. La permeabilidad es media, y es ripable en su conjunto. Los taludes de excavación admiten ángulos de 54°, aunque se degradan progresivamente.

#### COLUVIAL DE CARCEDO DE BURGOS, (C1).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por limos arcillosos que contienen algo de arenas y abundantes cantos angulosos de naturaleza fundamentalmente calcárea.

**Estructura.**— Se presenta este grupo con una estructura masiva, cubierto por suelos vegetales hasta de 1 m de espesor.

**Geotecnia.**— Este grupo puede considerarse impermeable, por lo que en caso de trazar una carretera sobre él, deberá prestarse atención a la cuestión del drenaje. No son materiales adecuados como préstamos, dada la abundancia de finos difícilmente compactables. La capacidad portante es baja. Son materiales ripables en su totalidad. Los taludes de excavación para alturas bajas, no admiten ángulos mayores de 25°, y son, además, fácilmente erosionables y degradables.

#### COLUVIAL DE QUINTANILLA-VIVAR, (C2).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por margas plásticas y arcillosas, que tienen un contenido apreciable en yesos con textura de limo, así como algunos cantos de yeso fibroso blanquecino, o en la variedad «espejuelo».

**Estructura.**— Se presenta con un carácter masivo y, por tanto, no es posible distinguir estratificación.

**Geotecnia.**— En este grupo se hace necesario el uso de cementos sulfurresistentes en las estructuras de hormigón dispuestas sobre él.

No son materiales adecuados como préstamos, dado el elevado contenido en elementos finos. Son ripables y encharcables, y su capacidad portante es baja. Los taludes de excavación no deberían sobrepasar los 12 ó 15°, ya que son muy inestables. Se producen frecuentes deslizamientos con inclinaciones mayores.

#### ALUVIALES DEL RIO ARLANZON, (A1).

**Litología.**— Este grupo está constituido por cantos redondeados, de naturaleza silíceo fundamentalmente, y con tamaños de gravas que oscilan entre los

3 a 5 cm de diámetro y los 10 a 15 cm. Existen algunos bolos de hasta 40 cm, aunque son muy minoritarios. La matriz es arenosa, de tamaño medio y fino.

**Estructura.**— Al no existir cortes naturales, no es posible definir espesor de materiales, aunque casi con seguridad supera los 3 m de potencia, dada la anchura que presenta el aluvial. Por otra parte se distingue un conjunto de barras, tanto longitudinales como laterales, en donde se produce una gran acumulación de cantos.

**Geotecnia.**— Son materiales en conjunto ripables y de baja capacidad portante. Son útiles como material de préstamo para núcleo y coronación de terraplenes. En el caso de efectuar algún tipo de excavación, existe el problema de agotar la misma, dado que es un acuífero libre. Este grupo se considera muy permeable.

#### ALUVIALES DEL RIO VENA Y ARROYO HURONES, (A2).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por cantos, redondeados y sub-redondeados, de calizas fundamentalmente, con mediana de unos 10 a 12 cm de diámetro, y centil de unos 20 cm. La matriz es margosa y/o arcillosa, y tiene un cierto contenido de arena, que generalmente es menor del 20% en volumen respecto del total.

**Estructura.**— Se presentan superficialmente estos materiales con carácter masivo. No se ha podido reconocer ningún corte, natural o artificial, por lo que la potencia del grupo se ha deducido en función de la anchura del aluvial y de la longitud recorrida por los cursos fluviales. En consecuencia en los Planos la letra mayúscula o minúscula (A2 ó a2) se coloca de una manera aproximada, según que el espesor de aluvial sea mayor o menor de 3 m respectivamente.

**Geotecnia.**— En conjunto, son materiales ripables y semipermeables. La capacidad portante es baja, y no son adecuados como material de préstamo, dado el elevado contenido de elementos finos plásticos, que por sí solos son difícilmente compactables.

#### 3.1.5. Grupos geotécnicos

Los distintos materiales que constituyen esta Zona 1 se pueden agrupar, por sus características geotécnicas, en los distintos grupos que a continuación se indican.

**Grupo A: Materiales cuaternarios cohesivos.**— Están compuestos por materiales finos (limos y arcillas, o margas), con algunos cantos y gravas de naturaleza fundamentalmente carbonatada, y con una cierta proporción de arenas. En estos materiales puede producirse inundabilidad, encharcamientos y erosiones importantes. También se pueden producir asentamientos diferenciales en las estructuras sobrepuestas, a causa de la baja capacidad portante que presentan. Se incluyen en este grupo las formaciones C2 y A2.



Grupo B: Materiales cuaternarios no cohesivos.— Son depósitos fundamentalmente granulares, compuestos por gravas, gravillas y arenas, aunque pueden contener una cierta cantidad de limos y/o arcillas. Pueden producirse en este grupo, problemas de inundabilidad, erosionabilidad y asentamientos diferenciales. Pertenecen a este grupo geotécnico las formaciones T1, T2, C1 y A1.

Grupo C: Materiales arcillosos o margosos plásticos.— En estos materiales, se hace difícil el mantenimiento de los taludes de excavación. Son formaciones fácilmente encharcables en áreas llanas y son muy erosionables. Poseen una baja capacidad portante superficial y son impermeables. Estas características geotécnicas se producen en las siguientes formaciones: 231a, 321g, 321i, 321k y 321n.

Grupo D: Materiales detríticos y detrítico-arcillosos.— Las formaciones de este grupo presentan una alta erosionabilidad y dan lugar a arrastres de material. Otro aspecto de estas formaciones, es la baja estabilidad de los taludes de excavación. Se incluyen en este grupo las formaciones 211, 313, 321m, 350a y 350d.

Grupo E: Materiales con una cierta proporción de yesos en su seno.— Estos materiales presentan una acusada agresividad frente al hormigón, por lo que es necesaria la utilización de cementos con características sulforresistentes. También se producen deslizamientos y arrastres de material, en taludes mayores de 35° de inclinación. En este grupo se encuadran las formaciones 321f y 321j.

Grupo F: Formaciones rocosas fundamentalmente calcáreas y/o dolomíticas.— En estas formaciones es posible que se originen desprendimientos puntuales. Son muy permeables al estar karstificadas y pueden ser, en ocasiones, utilizables como préstamos. Corresponden a este grupo las formaciones 213c, 321h, 321l y 321ñ.

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

Dentro de la amplia variedad de problemas geotécnicos que presenta esta Zona, caben citar los derivados de la baja capacidad portante de las formaciones, sobre todo y en particular, los grupos cuaternarios cohesivos y, en general, los recubrimientos existentes en casi todas las formaciones. Por otra parte, hay que tener en cuenta la agresividad en aquellos grupos que presentan una cierta proporción de yesos, en los cuales es necesario el empleo de cementos sulforresistentes del tipo P-Y en las estructuras de hormigón. También hay que anotar la erosionabilidad de aquellas formaciones de materiales sueltos, sin cementación, en las cuales, además, se pueden producir inestabilidades en los taludes de excavación.

Por último, se pueden producir desprendimientos y desplomes en materiales rocosos competentes, aunque aquéllos serán, en general, de carácter puntual y se producirán en áreas muy localizadas.

## 3.2. ZONA 2: MONTES DE OCA

### 3.2.1. Geomorfología

Esta Zona 2 comprende la comarca denominada Montes de Oca y es la divisoria fluvial entre los ríos Ebro, al Este, y Duero, al Oeste. Ocupa la mayor parte del cuadrante 201-3, aproximadamente la mitad del cuadrante 201-2, la esquina nordeste del cuadrante 239-4, y parte del área oriental del cuadrante 200-2.

Esta Zona es un claro ejemplo de cómo la estructura geológica condiciona la morfología. Así, la activa erosión de los ríos Oca y sus afluentes, el río Cerración y el arroyo de la Fuente Negra, o los ríos Vena, en cabecera, y Valdecarros, afluentes del Arlanzón, da lugar a un trazado de los mismos prácticamente lineal.

La mayor parte del área está formada por un glacis distal, plioceno, de tipo rañoide, que constituye la «Facies Pedraja». Dicho glacis descansa sobre las calizas pontienses de la «Facies Páramos». Este glacis, así como las calizas y margas subyacentes, fosilizan a su vez un relieve anterior, entallado en depósitos mesozoicos peneplanizados.

La erosión de los ríos Vena, por el Nordeste, y Pico, por el Sureste, en el borde Oeste de la Zona, deja al descubierto el gran anticlinal cretácico de San Vicente-Malagrande, que forma una loma en dirección NE en su parte septentrional y que hacia la parte meridional de la loma se va incurvando, hasta adquirir una dirección Sur.

Otro afloramiento cretácico importante es el situado al Sur de Villafranca-Montes de Oca, en la cabecera del río Oca. Aquí la erosión fluvial permite ver un braquianticlinorio muy replegado y fracturado, con relieve invertido en forma de surco, en cuyo valle se instala un Cenomaniense más blando, mientras que los bordes del mismo están formados por calizas turonenses.

Entre las poblaciones de Galarde y Arlanzón el relieve es mucho más suave, y los afloramientos jurásicos están formados por margas y calizas margosas que dan como resultado áreas alomadas con escaso desnivel y vaguadas poco marcadas.

El resto de la Zona, entre Santovenia de Oca y Villafranca-Montes de Oca, es una altiplanicie que desciende suavemente de Sur a Norte, desde 1.200 m hasta 1.000 m. Los ríos discurren paralelos, de SSE a NNO, progresivamente más encajados hacia el NNO, y los materiales por los que discurren son detríticos continentales con una abundante matriz arcillosa roja.

La isohipsa de 1.000 m marca el límite del glacis rañoide que se encuentra apoyado sobre las calizas y margo-calizas pontienses.











### 3.2.2. Tectónica

Los efectos tectónicos sobre esta Zona, sólo se han dejado sentir sobre los materiales cretácicos y jurásicos, ya que los depósitos terciarios no han sufrido prácticamente ningún ajuste estructural desde su primitiva sedimentación, manteniéndose en la actualidad la estructura horizontal original.

La Orogenia Alpina ha actuado sobre los depósitos jurásicos y cretácicos dando lugar a un estilo de plegamiento de revestimiento. El momento culminante de dicha Orogenia se produjo durante el Oligoceno. Existen al menos dos fases de plegamiento, que dieron origen, por un lado, al anticlinal de San Vicente-Malagrande, cuya incurvación es el resultado de la sobreimposición de ambas fases de plegamiento, con esfuerzos tectónicos casi paralelos y procedentes del Suroeste, y por otro, al braquianticlinal cretácico del Sur de Villafraanca. En este caso los esfuerzos presentan direcciones algo diferentes (del Oeste y Sur), dando como resultado figuras de interferencia con un replegamiento más importante.




Por último, se produjo una tercera fase de fracturación importante, que produjo una compartimentación de bloques y un desplazamiento de los mismos, y cuyas direcciones principales son la NNO-SSE, la ENE-OSO y la NNE-SSO.

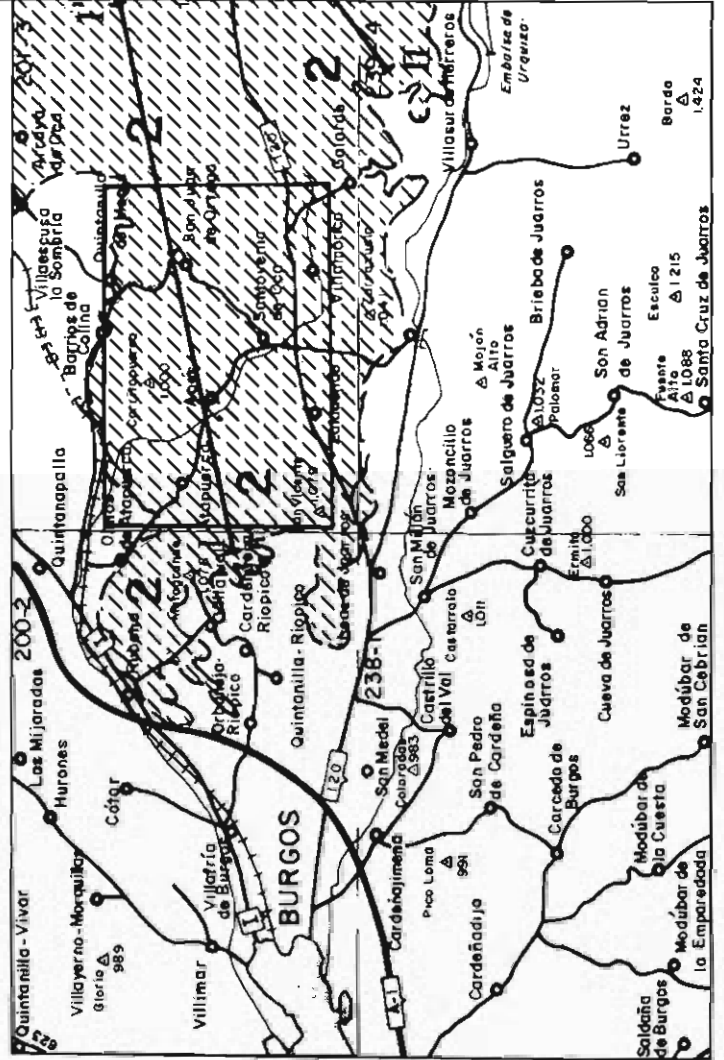
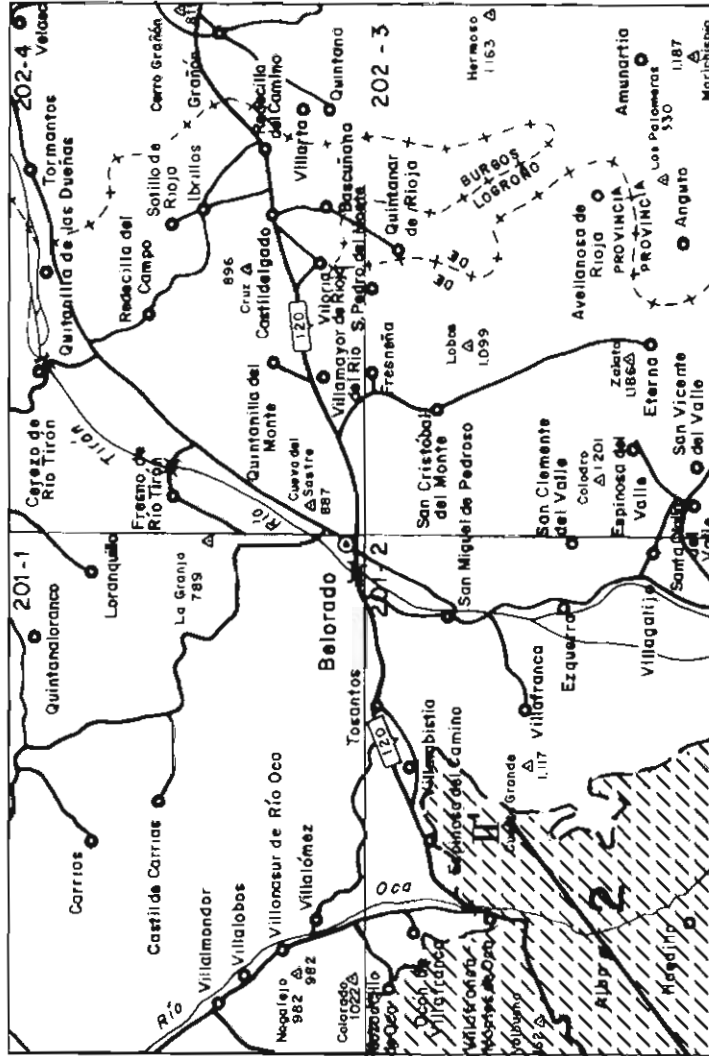
**LEYENDA**

-  FERROCARRIL
-  FERROCARRIL (ABANDONADO)
-  PASO A DISTINTO NIVEL
-  RÍO PRINCIPAL
-  AUTOPISTA
-  CARRETERA NACIONAL
-  OTRAS CARRETERAS
-  DIVISION DE LOS CUADRANTES DE LAS HOJAS A ESCALA 1/50.000
-  CAPITAL DE PROVINCIA
-  POBLACION IMPORTANTE

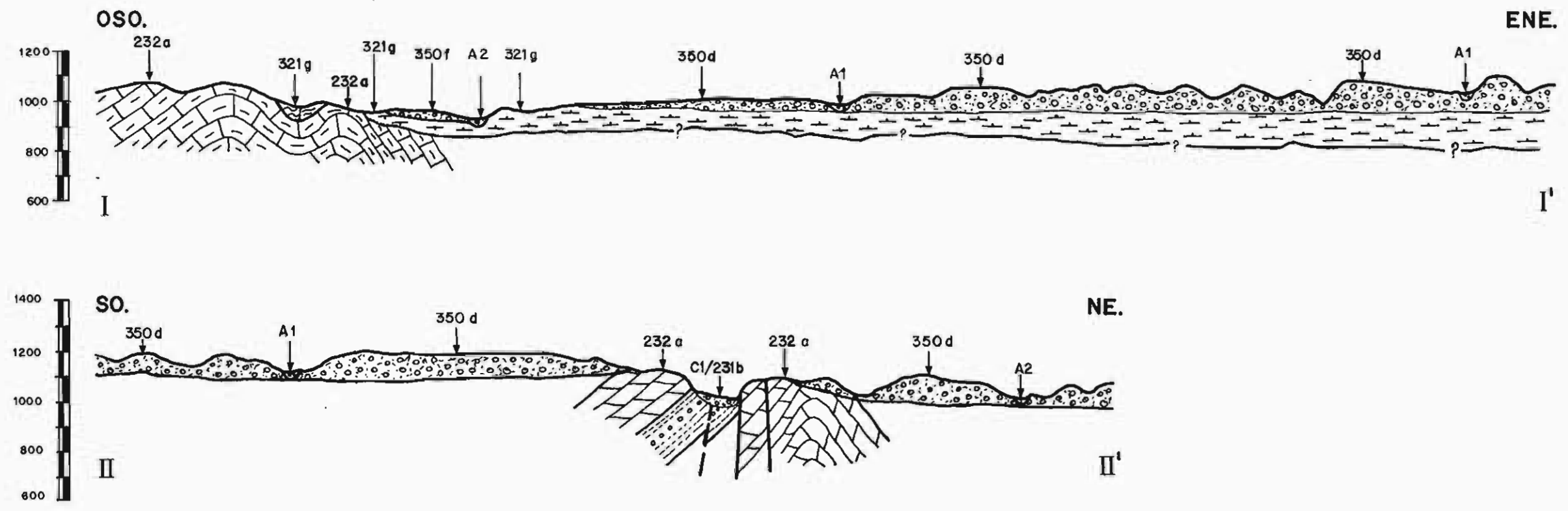
ESCALA 1 : 200.000



-  PUEBLO O ALDEA
-  LIMITE PROVINCIAL
-  VERTICE GEODESICO



**FIG.-3.4-ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 2, CORTES GEOLOGICOS Y BLOQUE-DIAGRAMA REALIZADOS EN LA MISMA**



ESCALAS H: 1/50.000  
V: 1/20.000

FIG. 3.5.- CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA 2

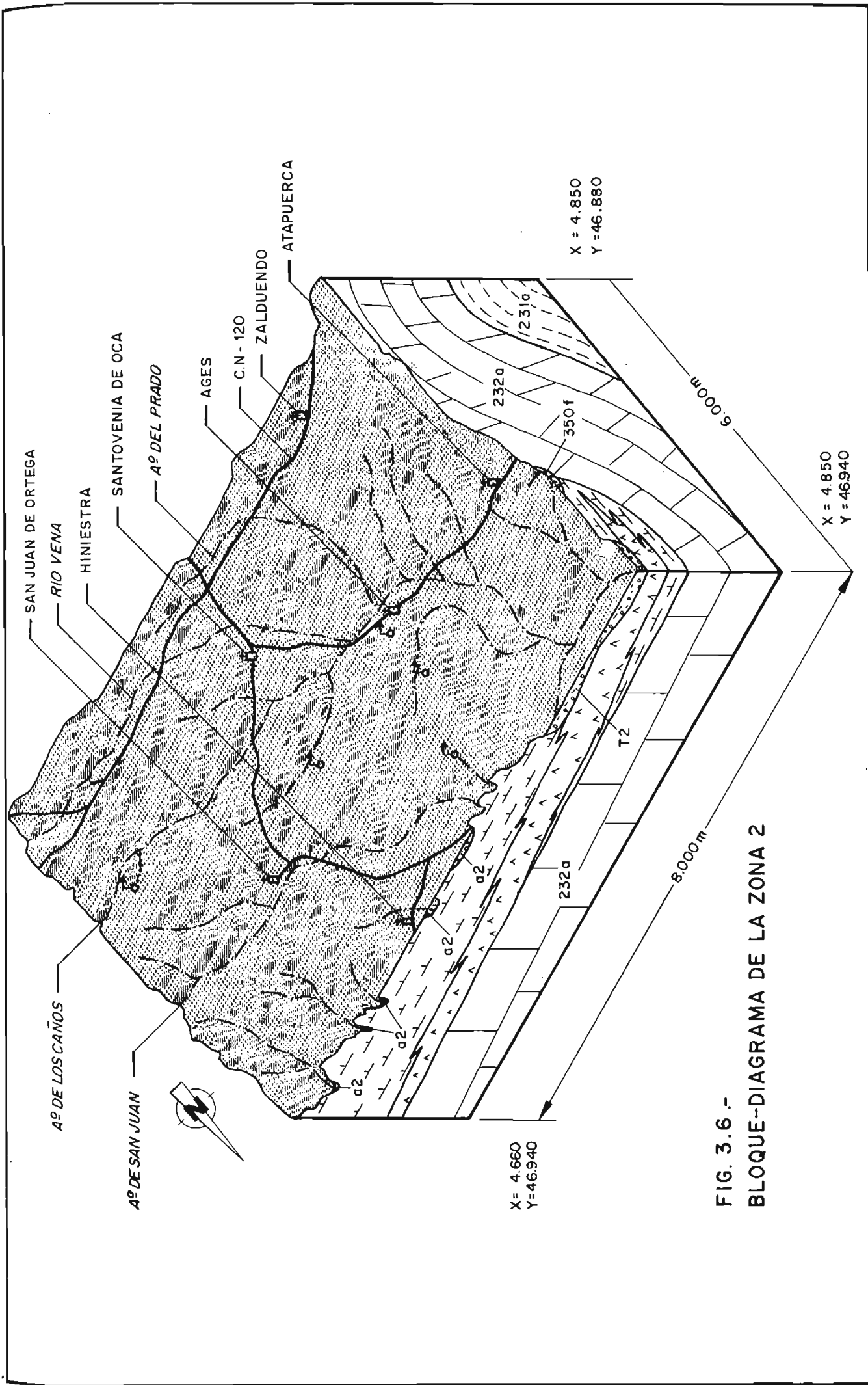
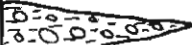


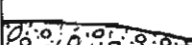

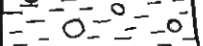
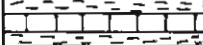

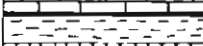


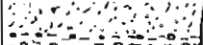
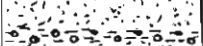


FIG. 3.6 .-  
BLOQUE-DIAGRAMA DE LA ZONA 2

### 3.2.3. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA LITOLÓGICA	REFERENCIA GEOTÉCNICA	DESCRIPCIÓN	EDAD
	A2	A	DEPOSITOS ALUVIALES DE ARENAS, LIMOS Y GRAVAS	CUATERNARIO
	A1	B	DEPOSITOS DE GRAVAS Y ARENAS	CUATERNARIO
	C1	B	COLUVIALES DE GRAVAS Y ARCILLAS	CUATERNARIO
	T2	B	DEPOSITOS DE TERRAZAS FLUVIALES	CUATERNARIO
	350f	D	GRAVAS ARENOSAS Y LIMOSAS	PLIO-CUATERNARIO
	350d	D	LIMOLITAS ROJAS Y GRAVAS	PLIO-CUATERNARIO
	321n	F	MARGAS GRISES Y CALIZAS	MIOCENO
	321m	D	ARENAS, ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y ARCILLAS	MIOCENO
	321h	F	CALIZAS TRAVERTINICAS	MIOCENO
	321g	C	MARGAS BLANCAS E HILADAS CALCAREAS	MIOCENO
	232a	F	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR
	231b	D	ARENAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS ARCILLOSOS	CRETACICO INFERIOR
	231a	C	MARGAS ABIGARRADAS Y CALIZAS	CRETACICO INFERIOR

ESCALA 1:5000

### 3.2.4. Grupos litológicos

#### MARGAS ABIGARRADAS Y CALIZAS, (231a).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por un conjunto de margas, de colores blancos, amarillentos, rosados y ocre, muy plásticas cuando están húmedas, y por calizas muy recristalizadas, con tonos grises, y dispuestas en paquetes del orden del medio metro de espesor. Ocasionalmente se disponen paquetes de conglomerados calcáreos, pero son muy minoritarios dentro del conjunto. Dentro de la formación aparecen algunas exudaciones ferruginosas (de color rojizo) en forma de pequeñas vénulas. Todo el conjunto está recubierto por un suelo margoso de alteración, que enmascara la formación.

**Estructura.**— En conjunto estos materiales presentan un buzamiento de dirección variable según el área considerada, aunque siempre moderado. Dentro de los niveles calcáreos es posible distinguir una estratificación paralela y algunas diaclasas que dan lugar a la fragmentación de los bancos en bloques de volumen moderado (en torno a 0,5 m<sup>3</sup>). También se aprecia, en los pocos afloramientos margosos detectados, una laminación paralela. Existen, por otra parte, pequeñas fallas de escaso desarrollo y salto reducido.

**Geotecnia.**— Los materiales margosos del grupo son ripables, y los elementos calcáreos no lo son. La capacidad portante es alta en los bancos de calizas y baja en las margas. Como material de préstamo, las margas no son adecuadas dada la plasticidad que presentan cuando se humedecen. En cambio las calizas, e incluso el «todo uno» extraído, podrían utilizarse para el núcleo y la coronación de terraplenes.



Foto 7.— Grupo 231a. Detalle de un afloramiento al Sur del pueblo de Villamorico.



En conjunto, este grupo puede considerarse impermeable y encharcable en áreas llanas. En los tramos calcáreos, admite taludes subverticales para alturas bajas, y de hasta 30° en las margas. En caso de realizar alguna excavación, es recomendable disponer una cuneta revestida, al pie del talud para la recogida de los derrubios y los arrastres producidos, ya que los tramos margosos son fácilmente erosionables y movilizables.

#### ARENAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS ARCILLOSOS, (231b).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por arenas blanquecinas, caoliníferas, formadas casi exclusivamente por granos de cuarzo. También existen bancos de areniscas, dispuestos a modo de lentejones, y paquetes de conglomerados arcillosos, formados por cantos redondeados y subredondeados de cuarzo, cuarcitas y fragmentos de roca metamórfica, y por una matriz arenosa y arcillosa.

**Estructura.**— En los niveles arenosos no es posible definir estructuras, ya que éstos se presentan de forma masiva. En los tramos areniscosos, en cambio, se reconocen buzamientos, en general moderados, menores de 30°. En estos niveles es posible diferenciar estratificación cruzada o paralela, y en los niveles conglomeráticos, granoselección positiva.

En ocasiones se presenta este grupo en contacto discordante mediante falla con el grupo 232a (ver foto 8). Otras veces se dispone con estructura anticlinal, con inmersión al Suroeste, como ocurre en la zona de Cueva de Juarros.



Foto 8.— Grupo 231b. Corte del frente de explotación de las arenas de Utrillas, en Olmos de Atapuerca.

**Geotecnia.**— Esta formación es utilizable como préstamo para núcleo y coronación de terraplenes. Es ripable en su conjunto, y muy permeable, aunque en zonas llanas, y por efecto de la acumulación de elementos finos, puede llegar a encharcarse.

Son materiales en general degradables, fácilmente erosionables y de capacidad portante media. Los taludes de excavación para alturas bajas pueden ser verticales y se deberá dejar una cuneta amplia al pie, para recogida de los derrubios. Para taludes de mayor altura, éstos deberán tenderse hasta los 35°-40°; convendrá realizar plantaciones y/o hidrosiembra en los paramentos, inmediatamente después de realizado el talud, y se deberá disponer una cuneta al pie para recogida de los arrastres de material que pudieran producirse. Dicha cuneta deberá limpiarse periódicamente, para evitar que la acumulación de derrubios pueda alcanzar la calzada.

#### CALIZAS TURONENSES, (232a).

**Litología.**— Este grupo está formado por calizas grises, cuando están alteradas, y de tonos anaranjados en corte fresco. Son calizas micríticas, muy duras y resistentes, y recristalizadas en ocasiones. Localmente puede haber nódulos de sílex englobados dentro de la masa calcárea. Ocasionalmente y a techo de la formación, pueden presentarse con aspecto noduloso.

**Estructura.**— Esta formación se dispone en la base con capas de espesor decimétrico, y hacia el techo los bancos van aumentando de potencia, hasta ser de orden métrico. En la zona del río Oca, la formación se presenta muy replegada y fallada (ver foto 9), mientras que en el área de Atapuerca, las calizas se disponen con estructura anticlinal y buzamientos moderados, no superiores a 40°.



Foto9.— Grupo 232a. Calizas grises, replegadas y falladas, en la zona del río Oca, al Sur de Villafranca-Montes de Oca.

**Geotecnia.**— Esta formación es canterable y utilizable como préstamo. De hecho, hay varias explotaciones activas en el entorno de Rubera. Las calizas poseen una elevada capacidad portante y son permeables por karstificación y fisuración. Son materiales no ripables, por lo que en caso de ser necesaria la excavación de taludes, deberán emplearse explosivos. Los taludes pueden excavar subverticales para alturas medias y altas, y se deberán sanear los frentes, de aquellos elementos desprendibles que pudieran afectar a una hipotética carretera.

#### MARGAS BLANQUECINAS CON INTERCALACIONES CALCAREAS, (321g).

**Litología.**— Este grupo está compuesto fundamentalmente por margas de tonos blanquecinos, plásticas cuando están húmedas, y que intercalan, en ocasiones, niveles o hiladas calcáreas de espesor centimétrico. Todo el conjunto se encuentra recubierto de un suelo eluvio-coluvial margoso, de potencia variable, y que alcanza hasta 3 m de espesor.

**Estructura.**— Esta formación está dispuesta encima de la Facies Cerezo, en contacto concordante, y su estructura general es subhorizontal. En ocasiones es posible reconocer, en algunos afloramientos, una laminación paralela. En ocasiones se han detectado pequeños micropliegues, probablemente intraformacionales.

En algunos afloramientos se han reconocido pequeñas diaclasas, que poseen rellenos margosos y cuyos buzamientos son prácticamente verticales. A

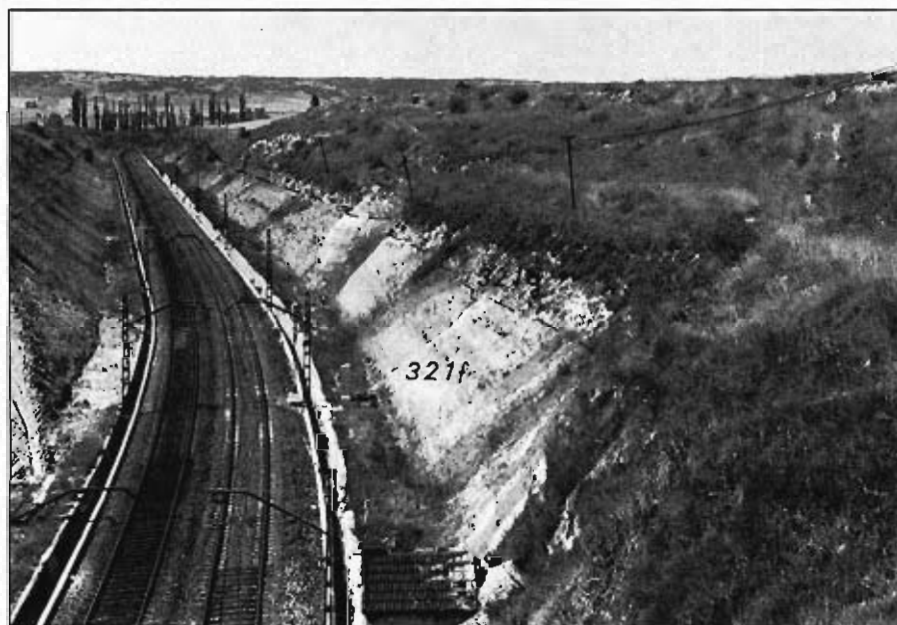


Foto 10.— Grupo 321g. Nótese el «creep» activo en el lado derecho de la trinchera y los postes telefónicos inclinados como consecuencia de este proceso.

veces se presentan estas estructuras con rezumes de agua o ligeramente húmedas, pero siempre con caudales muy bajos.

**Geotecnia.**— Esta formación puede considerarse ripable en su totalidad y de capacidad portante baja. Los materiales son impermeables por su propia naturaleza. Los niveles superficiales alterados o los suelos sobrepuestos son fácilmente movilizables aún con pendientes bajas, como se puede reconocer en la foto 10. La formación es fácilmente alterable y erosionable. Los taludes de excavación, para alturas bajas y en la formación sana, pueden cortarse con inclinaciones de 25°. No obstante, a medio y largo plazo, estos taludes sufrirán un proceso continuo de erosión, por lo que es conveniente disponer una cuneta amplia al pie que permita la recogida de los derrubios que se vayan produciendo.

#### CALIZAS TRAVERTINICAS, (321h).

**Litología.**— Este grupo está formado por unas calizas de aspecto caótico, muy oquerosas y brechoides, con apariencia travertínica. Superficialmente y cuando esta formación se encuentra alterada, aparece en tonos grisáceos oscuros. En corte fresco los tonos son blanquecinos claros.

**Estructura.**— En general, este grupo no presenta una disposición estructural definida y su aspecto es caótico. No obstante, en algunos afloramientos es posible distinguir unas laminaciones paralelas de espesor centimétrico.



Foto 11.— Grupo 321h. Aspecto superficial de las calizas de este grupo, cerca de la población de Zaldundo, en la carretera nacional 120.

**Geotecnia.**— Esta formación se considera no ripable. Su capacidad portante es alta. En conjunto, y dado que presenta una porosidad acusada, este material debe considerarse como permeable.

Los taludes de excavación para alturas bajas (menores de 5 m) pueden cortarse subverticales siempre y cuando se saneen los paramentos y se disponga una cuneta al pie para la recogida de derrubios. La formación podría ser utilizable para obtener áridos de machaqueo, aunque para ello deberán realizarse los ensayos pertinentes en orden a determinar si son materiales adecuados para este fin.

ARENAS, ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y ARCILLAS, (321m).

Este grupo se ha descrito en la Zona 1, dada su mayor representatividad en ella.

CALIZAS OQUEROSAS Y MARGAS, (321ñ).

Este grupo se ha descrito en la Zona 1.

LIMOLITAS ROJAS Y GRAVAS, (350d).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por limolitas y por gravas. Las limolitas se presentan con un color rojizo muy característico, aunque en oca-

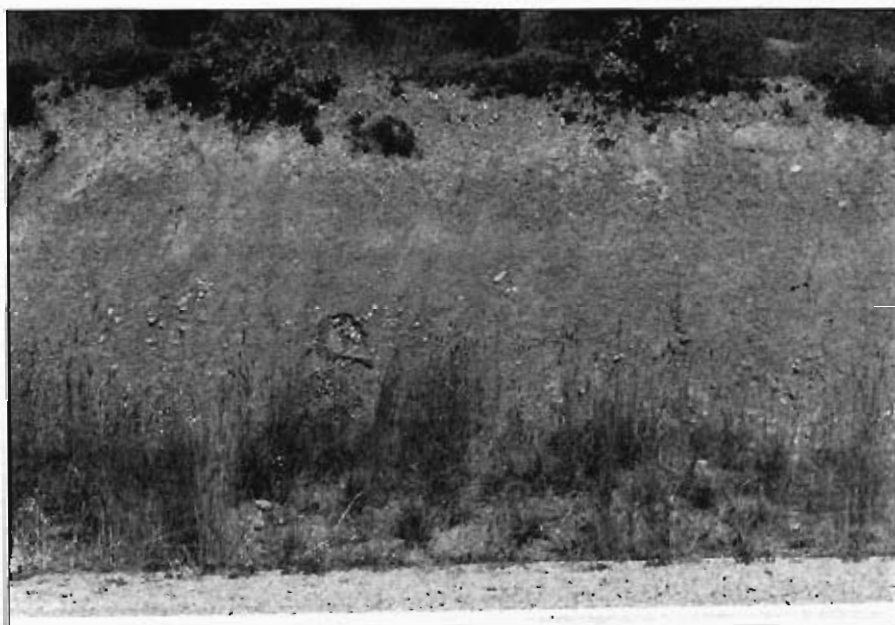


Foto 12.— Grupo 350d. Aspecto del grupo en el puerto de La Pedraja.

siones pueden ser amarillentas. Puede existir, en tramos concretos, una fracción arenosa dominante, y otras veces cantos subredondeados poligénicos, incluidos en las limolitas. Las gravas están formadas por cantos metamórficos, silíceos, pizarrosos, cuarcíticos y areniscosos, englobados en una matriz limo-arenosa de tonos rojizos.

**Estructura.**— En las limolitas no se observa estructura alguna, al estar generalmente recubiertas por un suelo de alteración, pero sí se aprecia, en las gravas, una cierta granoselección positiva en los diferentes bancos reconocidos. El porcentaje de esqueleto/matriz dentro de las gravas, es de un 75%/25% aproximadamente. El tamaño del bloque mayor alcanza los 50 cm de diámetro.

**Geotecnia.**— Tanto los niveles residuales que cubren esta formación, como los tramos sanos de la misma, son ripables. La capacidad portante debe considerarse baja. Los materiales limolíticos constitutivos de este grupo son plásticos y difícilmente compactables. Los conglomerados son fácilmente alterables y erosionables, por lo que deberá preverse la construcción de una cuneta revestida que sirva para recoger los derrubios.

El conjunto puede considerarse como impermeable, dada la elevada proporción de elementos finos que posee, por lo que deberá prestarse una atención especial a la cuestión del drenaje. Los taludes de excavación para alturas bajas, deben cortarse a 45° en las zonas que posean tramos conglomeráticos, y a 25°, en los niveles limolíticos. Este grupo puede utilizarse para la ejecución del núcleo de terraplenes.

#### GRAVAS ARENOSAS Y LIMOSAS, (350f).

**Litología.**— Este grupo está formado por gravas heterométricas, de subredondeadas a subangulosas, y de naturaleza carbonatada, y por una matriz de arenas medias y finas con limos, en tonos pardos. Constituyen un glacis que está recubierto de un suelo vegetal intensamente cultivado.

**Estructura.**— La disposición estructural general del conjunto se presenta con una inclinación de unos 4° hacia el Norte.

Se reconoció una granoselección positiva, con tamaños que oscilan desde gravillas hasta cantos de 20 cm de diámetro. Sin embargo, son predominantes los clastos de tamaño gravilla frente a los de mayor tamaño. La proporción entre esqueleto y matriz es de 70%/30%, respectivamente.

**Geotecnia.**— Es un material en principio utilizable como préstamo y ripable. La capacidad portante es de tipo medio, y la permeabilidad es media. Los taludes de excavación para alturas bajas pueden ser subverticales, aunque sufrirán una degradación progresiva a medio plazo, por lo que será necesaria la realización de una cuneta al pie de aquéllos, para permitir la recogida de los derrubios producidos.

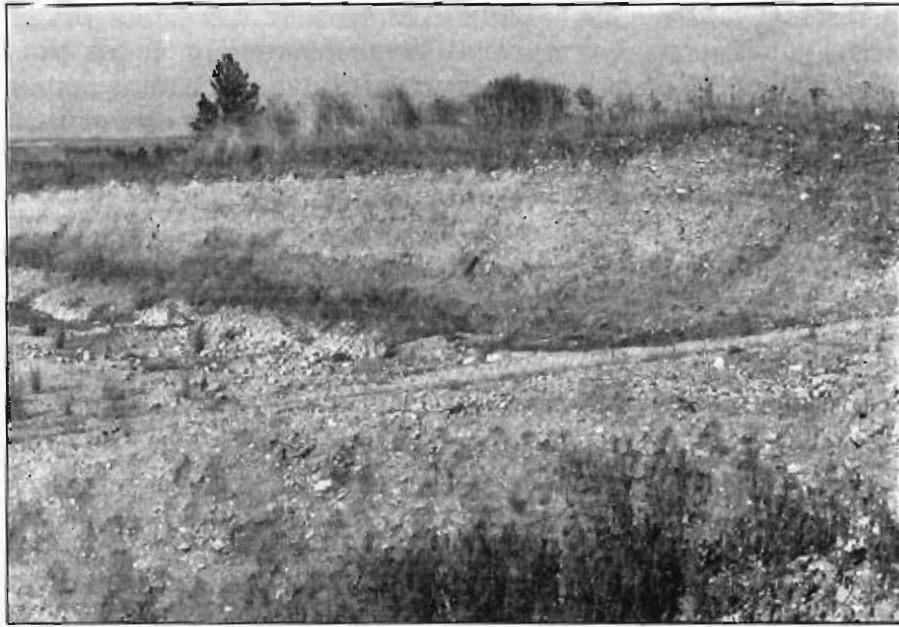


Foto 13.— Grupo 350f. Aspecto parcial del glacis, en una excavación efectuada cerca de Atapuerca.

#### TERRAZA MEDIA DEL RIO VENA, (T2).

Este grupo se describe en la Zona 1, dada su mayor extensión en ella.

#### COLUVIAL DE SANTOVENIA DE OCA, (C1).

**Litología.**— Este grupo está formado por limos arenosos que contienen una gran cantidad de cantos dispersos de naturaleza silíceo (cuarcitas, principalmente). El grupo se ha formado como consecuencia del desmantelamiento y erosión de la «Facies Pedraja».

**Estructura.**— Al estar tapada esta formación por cultivos (el recubrimiento de suelo vegetal llega a alcanzar hasta 0,5 m de espesor), no se puede apreciar la disposición de los materiales, aunque, dado su origen, la estructura debe ser masiva.

**Geotecnia.**— Es un material impermeable y encharcable en áreas llanas. Posee una capacidad portante baja y es ripable. No es muy adecuado como préstamo, dado el elevado contenido en finos plásticos difícilmente compactables. Los taludes de excavación para alturas bajas no deberían sobrepasar los 20° de pendiente. Es conveniente disponer una cuneta al pie de los taludes, para la recogida de los arrastres y derrubios que se producirán a medio plazo.

ALUVIAL DEL ARROYO DE SAN JUAN Y DEL RIO CERRATA DE LA PEDRAJA, (A1).

**Litología.**— Está formado este grupo por cantos heterométricos y redondos, de naturaleza silíceo, procedentes del desmantelamiento de los depósitos de la «Facies Pedraja». La matriz es arcillosa rojiza y algo plástica.

**Estructura.**— Los materiales se presentan de forma masiva, sin que se pueda distinguir estratificación ni potencia de depósitos.

**Geotecnia.**— El conjunto es ripable en su totalidad. Los materiales pueden ser utilizables como préstamos, eliminando los bloques y cantos mayores. La llanura de inundación es de naturaleza limosa y es encharcable e impermeable. En el caso de efectuar excavaciones, existirán problemas de agotamiento, dado que el nivel freático se encuentra en la superficie.

ALUVIAL DEL RIO OCA, (A2).

**Litología.**— Este aluvial está formado por gravas heterométricas de cantos de cuarcita y caliza fundamentalmente, y por una matriz arcillo-arenosa, de tonos ocres o pardos.

La proporción de clastos y matriz es variable, en función de la zona escogida (cauce menor, cauce mayor, o llanura de inundación), y está comprendida entre el 40%/60% y el 90%/10%, respectivamente.



Foto 14.— Grupo A2. Aluvial del río Oca, aguas arriba de la población de Villafranca-Montes de Oca.



**Estructura.**— Dado que no existen cortes naturales y que la mayor parte de esta formación está recubierta por cultivos (los suelos vegetales sobrepuestos pueden llegar a tener una potencia de 0,5 m), no se aprecia adecuadamente estructura alguna.

**Geotecnia.**— Son materiales ripables, semipermeables, de baja capacidad portante, y utilizables como préstamos para su uso en el núcleo de terraplenes. En las excavaciones a realizar en este grupo se presentarán dificultades para su agotamiento, dado que es un acuífero libre.

### 3.2.5. Grupos geotécnicos

Atendiendo a las características geotécnicas de los distintos materiales que componen la Zona 2, se pueden diferenciar los grupos geotécnicos que a continuación se indican.

**Grupo A: Materiales cuaternarios cohesivos.**— Son depósitos formados por elementos finos (arcillas y limos) que pueden contener algunas gravas y algo de arenas. En estos materiales se producirán asientos diferenciales en estructuras con cimentación directa, como consecuencia de la baja capacidad portante, así como inundaciones y encharcamientos. En este grupo se incluye la formación A2.

**Grupo B: Materiales cuaternarios no cohesivos.**— Este grupo comprende los depósitos de naturaleza granular formados por gravas, gravillas y arenas, y que pueden tener algo de elementos finos. Son depósitos permeables, aunque pueden sufrir procesos de inundabilidad, erosiones importantes e inestabilidad de taludes. A este grupo pertenecen las formaciones T2, C1 y A1.

**Grupo C: Materiales arcillosos o margosos plásticos.**— Pueden presentar problemas de estabilidad de taludes, cambio de volumen en las arcillas al hidratarse, erosionabilidad y asientos diferenciales en las estructuras sobrepuestas. Se incluyen las formaciones 231a y 321g.

**Grupo D: Materiales detríticos y detrítico-arcillosos.**— Las formaciones pertenecientes a este grupo presentan una cierta erosionabilidad a corto y medio plazo, así como problemas de estabilidad en los taludes de excavación. Localmente y en áreas llanas, se pueden producir encharcamientos en aquellas formaciones con un cierto contenido en arcillas. Se incluyen aquí las formaciones 231b, 321m, 350d y 350f.

**Grupo F: Formaciones rocosas, fundamentalmente calcáreas y dolomíticas.**— Son materiales no ripables, de elevada capacidad portante, y muy permeables, en general, por karstificación. En los frentes acantilados se pueden producir desprendimientos. Pertenecen a este grupo las formaciones 232a, 321h y 321ñ.

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

Como resumen de los problemas geotécnicos de la Zona, caben citar los derivados de la baja capacidad portante en aquellas formaciones no cementadas, que pueden inducir asientos diferenciales en las estructuras con cimentación

directa superficial. Deberá cuidarse especialmente la cuestión del drenaje en aquellas formaciones que se encharcan con facilidad, como son la A2, 231a, 321g y 350d.

También se producen problemas de erosionabilidad y arrastres de material que pueden llegar a cegar las cunetas de las carreteras, así como las pequeñas obras de paso de las mismas, en los grupos antes citados y también en los grupos 231b, 321m y 350f.

Se pueden originar problemas de desprendimientos y desplomes puntuales en las formaciones calcáreas y dolomíticas, sobre todo en áreas más o menos acantiladas, así como en los asomos rocosos situados en laderas.

### **3.3. ZONA 3: SIERRA DE LA DEMANDA**

#### **3.3.1. Geomorfología**

La Sierra de la Demanda presenta una marcada discontinuidad dentro del Tramo estudiado. Está constituida por materiales paleozoicos y mesozoicos que hacia el Sur adquieren gran desarrollo. Sin embargo, en la región estudiada sólo se circunscribe a la mitad Sur del cuadrante 239-4 y al borde meridional del cuadrante 202-3, junto con la esquina Suroeste del cuadrante 202-2 y una pequeña área oriental del cuadrante 202-2.

Morfológicamente, el borde Norte de la Sierra se alza como un fuerte farallón calcáreo, de edad liásica, que se encuentra cabalgante sobre series más modernas, y que está cortado, en ocasiones, por los ríos principales del área (Tirón y Oja, entre otros), en cuyos valles pueden trazarse futuras carreteras. Por el Oeste, en el área del Arlanzón, los materiales aflorantes son triásicos, y los relieves a que dan lugar son más suaves, y por tanto, se ha instalado una red de comunicaciones más extensa, aunque con trazado difícil.

Los afloramientos paleozoicos al Sur de Brieva de Juarros y al Este de Urrez dan lugar a pendientes más pronunciadas y de mayores alturas, lo cual limita, en gran medida, las comunicaciones hacia la parte central de la Sierra. La red de drenaje, además, se encuentra poco diversificada y encajada, siendo difícil la construcción de carreteras por estos pasos.

#### **3.3.2. Tectónica**

La tectónica de esta parte de la Sierra de la Demanda presenta dos estilos estructurales claramente diferenciados: Uno, hercínico, y otro, pirenaico-alpino.

La tectónica hercínica es polifásica, con emplazamiento de estructuras plegadas, planares y lineales, y con acompañamiento de recristalizaciones metamórficas de facies epizonal.

De acuerdo con la geometría de las diferentes estructuras observadas, es posible establecer tres fases tectónicas.

La primera fase da lugar a grandes unidades estructurales plegadas. Son pliegues de arrastre, contemporáneos al emplazamiento, y desarrollados en las alternancias arenisco-pizarrosas de los distintos pisos del Cámbrico y Ordovícico. Los ejes de los pliegues se disponen según una orientación entre N 20° E y N 90° E. La esquina Sureste del cuadrante 239-4, corresponde al flanco Noroeste invertido del gran Sinclinal Palazuelos-Arlanzón.

Estos pliegues de primera fase van acompañados de una esquistosidad de fractura, observable en toda la serie precarbonífera, y que se caracteriza por presentar unas superficies limoníticas que cortan y fracturan los estratos. Además existe una esquistosidad de flujo, puesta de manifiesto por las pajuelas de filossilicatos secundarios, según planos paralelos muy juntos y oblicuos a la estratificación.

Por otra parte, parece existir una foliación paralela a los estratos y de difícil visualización, en la que se reconoce una alternancia de lechos micáceos y de cuarzo.

La orientación de la esquistosidad es sensiblemente paralela a los ejes de los pliegues, y su inclinación está en el sentido del plano axial, más fuerte o más tendida que el buzamiento, según sea flanco normal o flanco invertido.

Además existen lineaciones, bien por orientación de minerales secundarios, bien por la intersección de los planos de esquistosidad con superficies de estratificación.

La segunda fase se caracteriza por la existencia de cabalgamientos, que en la zona estudiada no tienen representación. También es posible reconocer una esquistosidad de fractura de segunda fase, que deforma los minerales secundarios aparecidos durante y después de la primera fase. Esta segunda fase se dispone como tangencial de compresión.

La tercera fase se manifiesta por la aparición de estructuras y orientaciones diferentes a las de la primera y segunda fase. Los pliegues a que da lugar se disponen con un plano axial vertical, están orientados entre N111°E y N145°E, y se encuentran acompañados de una esquistosidad de crenulación, cuyos planos deforman las dos primeras esquistosidades según pliegues de forma sigmoidal. Los grandes pliegues son en general isopacos, con plano axial vertical y sus ejes están inclinados entre 5° y 30°.

El estilo tectónico pirenaico-alpino es también polifásico y afecta tanto a los depósitos prewestfalienses como al conjunto de formaciones carboníferas y mesozoicas. Se pueden distinguir dentro de este estilo tectónico dos niveles estructurales diferentes: El zócalo, que afecta al Precarbonífero, y el recubrimiento, que afecta tanto a los materiales carboníferos como a los mesozoicos.

El zócalo no reaccionó de manera homogénea frente a los esfuerzos terciarios, sino que se fracturó en muchos compartimentos, trabajando éstos a compresión, y dando como resultado una serie de fallas verticales que lateralmente evolucionan a fallas inversas.

En el recubrimiento se puede distinguir un tegumento, que comprende los niveles carboníferos y del Trías Inferior y que constituye un primer nivel de despegue, y un nivel de cobertera, constituido por una parte, por el Keuper arcilloso, a partir del cual se produce el despegue principal, y por otra, por las formaciones mesozoicas. Dada la heterogeneidad de los materiales del recubrimiento se facilita grandemente el plegamiento de las series.

La tectónica del recubrimiento determina un estilo que varía según los sectores que se consideren. Así pueden aparecer pliegues de revestimiento, en los que las estructuras guardan una estrecha relación con el zócalo, o bien pliegues de cobertera, en los que las estructuras se presentan con una importante disarmonía respecto del zócalo, aunque en este último caso, el plegamiento se produce según direcciones paralelas a los accidentes del borde del zócalo.

**LEYENDA**

- ++++ FERROCARRIL
- FERROCARRIL (ABANDONADO)
- ≡ PASO A DISTINTO NIVEL
- ~ RIO PRINCIPAL
- == AUTOPISTA
- 120 CARRETERA NACIONAL
- OTRAS CARRETERAS
- 203-1 DIVISION DE LOS CUADRANTES DE LAS HOJAS A ESCALA 1/50.000
- ⊙ CAPITAL DE PROVINCIA
- ⊙ POBLACION IMPORTANTE
- PUEBLO O ALDEA
- +-+ LIMITE PROVINCIAL
- △ VERTICE GEODESICO

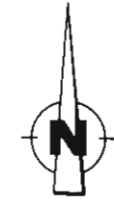
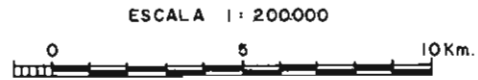
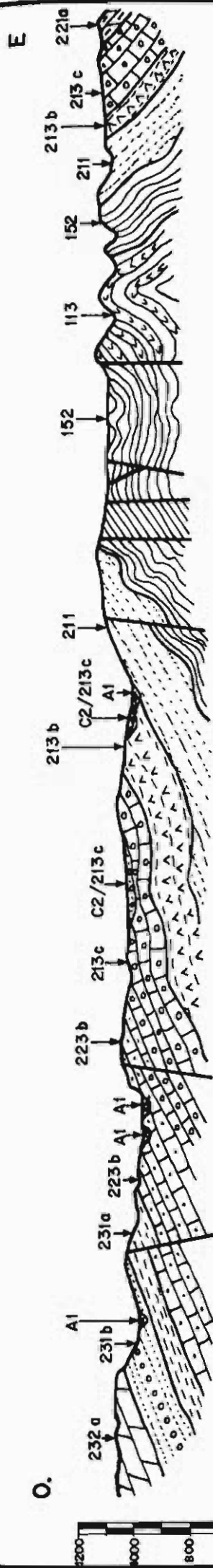
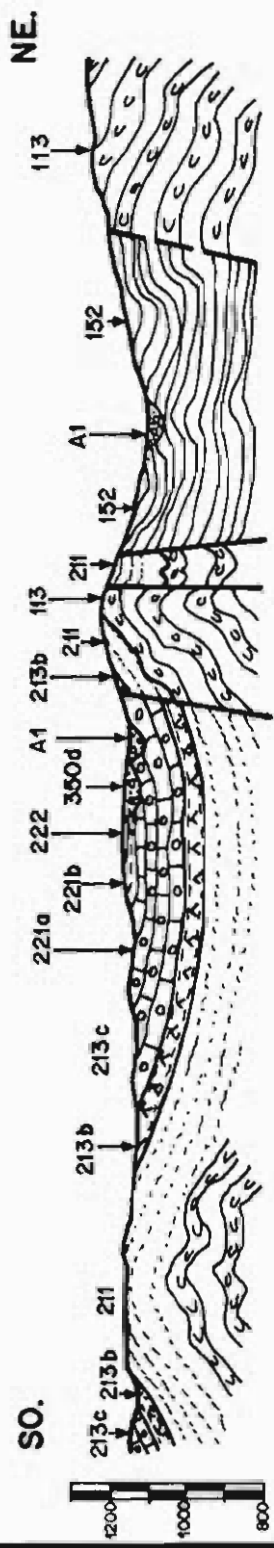


FIG. 3.7.- ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 3, CORTES GEOLOGICOS Y BLOQUE - DIAGRAMA REALIZADOS EN LA MISMA.



I'

I



II'

II

H: 1/50.000  
 ESCALAS V: 1/20.000

FIG. 3.8.- CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA 3



### 3.3.3.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	A2	A	DEPOSITOS ALUVIALES DE ARENAS, LIMOS Y GRAVAS	CUATERNARIO
	A1	B	DEPOSITOS DE GRAVAS Y ARENAS	CUATERNARIO
	C2	A	COLUVIALES ARCILLOSOS Y ARENOSOS	CUATERNARIO
	232a	F	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR
	231b	D	ARENAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS ARCILLOSOS	CRETACICO INFERIOR
	231a	C	MARGAS ABIGARRADAS Y CALIZAS	CRETACICO INFERIOR
	223b	F	CALIZAS GRISES	MALM
	222	F	CALIZAS EN BANDOS	DOGGER
	221b	C	MARGAS Y MARGOCALIZAS	LIAS
	221a	F	CALIZAS GRISES Y PARDAS	LIAS
	213c	F	CARNIOLAS, DOLOMIAS Y CALIZAS DOLOMITICAS	TRIASICO SUPERIOR
	213b	E	ARCILLAS, ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y YESOS	TRIASICO SUPERIOR
	211	D	ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y LIMOLITAS	TRIASICO INFERIOR
	152	G	PIZARRAS, ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y CARBON	CARBONIFERO SUPERIOR
	121	G	METAARENISCAS Y PIZARRAS	ORDOVICICO INFERIOR
	113	G	PIZARRAS NEGRAS Y METAARENISCAS	CAMBRICO SUPERIOR

ESCALA 1:5000

#### 3.3.4. Grupos litológicos

##### PIZARRAS NEGRAS Y METAARENISCAS, (113).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por pizarras negras y por metaareniscas blancas o grisáceas del Cámbrico Superior. Las pizarras son de grano fino, en ocasiones se presentan en tonos azulados, y son algo arcillosas cuando están alteradas. Las metaareniscas son muy homogéneas, compactas y duras, y tienen cementación silíceea. Su tamaño de grano es de medio a fino.

Existe un recubrimiento de alteración (en torno a 1 m de espesor) formado por arenas limosas y algo arcillosas, y por cantos lajosos de pizarra de pequeño tamaño, en general menor de 5 cm de longitud mayor.

**Estructura.**— Los bancos de metaareniscas se disponen en capas de espesor decimétrico, entre las que se intercalan niveles de pizarras de potencia similar. El conjunto está muy fracturado y diaclasado, y presenta una esquistosidad marcada, que induce una fragmentación en pequeños bloques y lascas de tamaño variable. Esta formación se dispone en contacto concordante con el Ordovícico suprayacente, y discordante, a veces mediante falla, con el Carbonífero y Triásico.

Los buzamientos que presenta la formación son muy variables, desde los 20° hasta subverticales. Los plegamientos tienen frecuentes cambios de dirección. Además existen fallas de salto notable y de gran desarrollo lineal.



Foto 15.— Grupo 113. Detalle de la formación, en un talud de la carretera, cerca de la presa del embalse de Urquiza.



**Geotecnia.**— En conjunto, este grupo puede considerarse como de capacidad portante alta. Son ripables los niveles superiores de alteración, y marginal el resto. En la propia formación inalterada será necesaria la utilización de martillo neumático o voladuras para fragmentar la roca. No son materiales adecuados como préstamos, dada la anisotropía y la dificultad de compactación que presentan, aunque podrán utilizarse para núcleos de terraplenes en caso necesario. Los taludes de excavación podrán tallarse subverticales para alturas bajas (menores de 5 m) y siempre que no presenten una estratificación o esquistosidad desfavorable, paralela al trazado de la carretera. En el caso de que sean desfavorables, deberán efectuarse labores de sostenimiento (bulonado y gunitado, entre otros). Es conveniente la ejecución de una cuneta al pie del talud de excavación, que recoja los derrubios que se puedan producir, así como sanear los paramentos antes de dejarlos como definitivos.

Esta formación debe considerarse en conjunto como impermeable, aunque los niveles superiores alterados (2 a 3 m), pueden ser considerados semi-permeables.

#### METAARENISCAS Y PIZARRAS, (121).

**Litología.**— Este grupo está formado por un conjunto seriado con tres niveles. El inferior está compuesto por areniscas compactas. El nivel medio está constituido por alternancias de metaareniscas y pizarras, y el nivel superior está compuesto de pizarras con algunas capas minoritarias de areniscas.

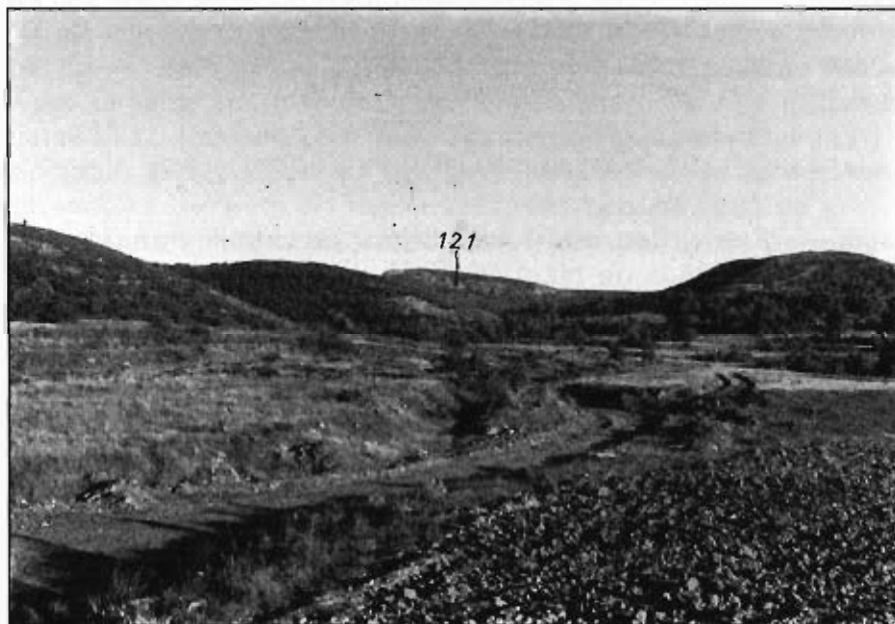


Foto 16.— Grupo 121. Se puede distinguir el aspecto general que presenta el Ordovícico, cerca de Urrez.

Esta serie se repite sucesivamente a lo largo del Ordovícico. El afloramiento detectado en el Tramo corresponde al segundo nivel de alternancia de metaareniscas y pizarras. Las primeras están compuestas por cuarzo, feldespato y micas, y tienen una matriz arcillosa y cementación silícea. Las segundas se presentan en tonos azulados o grises, y están compuestas fundamentalmente por filosilicatos y algunos granos de cuarzo.

**Estructura.**— La disposición estructural de este grupo es de sinclinal tumbado, con vergencia al Noroeste, y cuya dirección de eje axial es ENE-OSO. En el Tramo estudiado sólo aflora el flanco invertido noroccidental.

En detalle se reconoce una esquistosidad de fractura, muy remarcada por las superficies limoníticas, y que corta a los estratos, dando lugar a una fragmentación en lajas y en pequeños bloques muy angulosos. Así mismo se puede reconocer otra esquistosidad, esta vez de flujo, que se pone de manifiesto por la orientación de las pajuelas de los filosilicatos, dispuestas paralelas en los planos de dicha esquistosidad.

**Geotecnia.**— En este grupo se pueden considerar como ripables sólo los niveles más alterados, mientras que la formación en su conjunto se considera de ripabilidad marginal, con zonas no ripables. La capacidad portante es alta por debajo de los niveles alterados. No es aconsejable como material de préstamo, aunque podrá utilizarse, en caso necesario, para núcleos de terraplén.

En caso de que esta formación sirva como asiento de una hipotética carretera, los taludes de excavación podrán tallarse subverticales para alturas bajas (menos de 5 m) y medias (menos de 20 m), siempre que la esquistosidad o la estratificación no sea desfavorable (paralela al trazado). En el caso de que sea desfavorable deberá preverse algún tipo de sostenimiento que evite el descalce de las capas, así como disponer en el talud bermas cada 4 ó 5 metros de altura.

El conjunto puede considerarse como impermeable, aunque, dada la red de fracturación y diaclasado existente, es posible la existencia de una ligera permeabilidad en los 3 ó 4 m más superficiales.

## PIZARRAS, ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y CARBÓN. (152).

**Litología.**— Este grupo está formado por un primer tramo basal de conglomerados, con tamaños de bloques de hasta 70 cm de diámetro, formados por cantos de cuarcitas, areniscas, filitas, y otras rocas, bastante cementados, y por una matriz arenosa y limosa. Existen también pequeños diques de cuarzo intruidos a favor de algunas fracturas. Por encima de los conglomerados se dispone una sucesión de pizarras negras, lajosas, en alternancia con capas de areniscas de grano fino, y con potencias de hasta 1 m de espesor. También se pueden encontrar hiladas de carbón (hulla), así como capas algo más potentes (hasta de 1 m de espesor) del mismo mineral, que han sido intensamente explotadas.

**Estructura.**— En conjunto, esta formación se encuentra muy fracturada y fallada, y en contacto discordante con los grupos anteriores, e incluso volcada. (Ver foto 17).

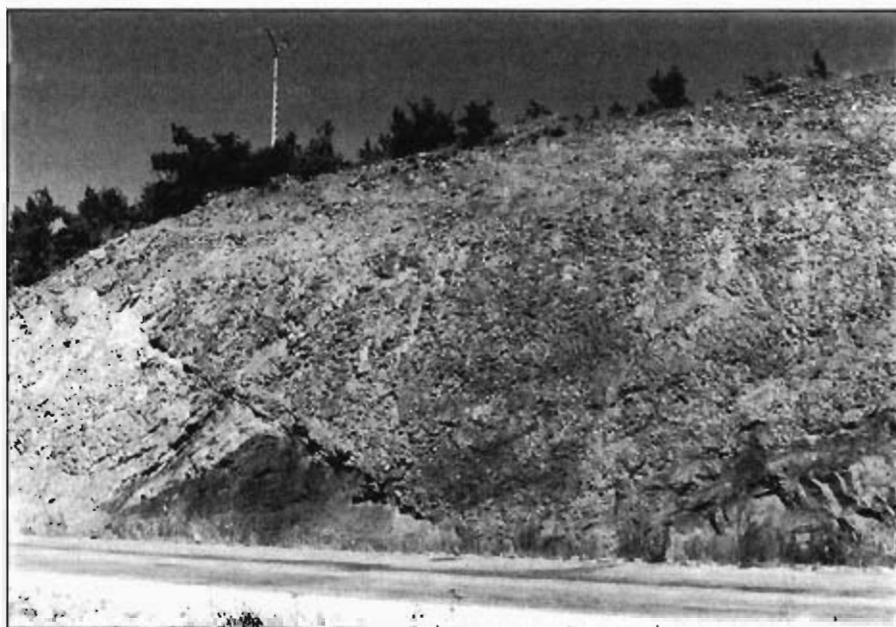


Foto 17.— Grupo 152. Afloramiento del conglomerado basal del Carbonífero. Nótese su estructura fallada y la inversión de capas. Carretera de Villasur de Herreros al embalse de Urquiza.

La esquistosidad, diaclasado y pizarrosidad que presenta la formación da lugar a una fragmentación de los materiales en bloques y lascas de diferentes tamaños, hasta máximos de 50 cm de longitud mayor de canto.

**Geotecnia.**— Este grupo puede considerarse de capacidad portante alta, retirando previamente los niveles superficiales alterados que pudieran existir. No son materiales adecuados como préstamos, dada su alterabilidad y su difícil compactabilidad, aunque podrían utilizarse para el núcleo de los terraplenes. Son impermeables, excepto en los niveles más superficiales de la formación, que por diaclasado y fracturación, pueden tener una cierta permeabilidad en los 2 ó 3 m superiores.

Los taludes de excavación para alturas bajas (menores de 5 m) pueden cortarse subverticales siempre que no exista estratificación o esquistosidad desfavorable. En caso de que exista, deberán rebajarse los ángulos de excavación, al menos hasta el valor de la estratificación o esquistosidad. Es recomendable disponer una cuneta al pie del talud, para la recogida de los posibles derrubios que pudieran producirse.

Para alturas de talud medias y altas (más de 20 m), es recomendable la ejecución de bermas intermedias cada 4 ó 5 m, así como rebajar los ángulos hasta los 60°, siempre que no exista la posibilidad de que se produzcan deslizamientos planos a favor de la estratificación o esquistosidad. En el caso de que sí exista esa posibilidad deberán realizarse labores de sostenimiento en el talud.

## ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y LIMOLITAS, (211).

**Litología.**— Este grupo está formado por un primer nivel de conglomerados, compuestos por cantos de cuarzo, areniscas y fragmentos de rocas metamórficas (cuarcitas y pizarras), y por una matriz arenosa que ocupa el 30% en volumen sobre el total. Por encima de los conglomerados aparecen unas alternancias de areniscas, en bancos de espesor en torno a los 50 cm, y de niveles de limolitas con espesor hasta de 1 m. El conjunto presenta una coloración roja característica, aunque existen otros niveles de tonos verdes u ocre.

**Estructura.**— La estructura general se reconoce plegada, siendo fácil observar bancos con buzamientos de hasta 50°. Dentro de las capas areniscosas se distinguen frecuentemente tanto laminación paralela como estratificación cruzada. La potencia del conjunto se estima en torno a los 100 m.

**Geotecnia.**— Este grupo puede considerarse de capacidad portante alta, salvo los tramos alterados y los materiales limolíticos, que tienen baja capacidad portante. Son permeables los tramos conglomeráticos y los niveles arenis-



Foto 18.— Grupo 211. Areniscas rojas y limolitas, con buzamientos de 45° O, en el entorno de Villasur de Herreros.

cosos, e impermeables los tramos limolíticos. En conjunto puede considerarse ripable, salvo algún tramo arenoso o de conglomerados, que quizás necesite una preparación previa a su remoción mecánica. Es un material utilizable para núcleo de terraplenes, pero no para la coronación de los mismos.

Los taludes de excavación para alturas bajas (menores de 5 m) pueden cortarse subverticales en los conglomerados y areniscas, pero no en los tramos limolíticos, en los cuales deberá rebajarse considerablemente la inclinación de aquéllos, hasta ser de unos 30°. Debe preverse la construcción de una cuneta al pie de los taludes, para la recogida de los derrubios que pudieran producirse.

#### ARCILLAS, ARENISCAS, CONGLOMERADOS E HILADAS DE YESOS. (213b).

**Litología.**— Este grupo está formado por un primer nivel de base, compuesto por conglomerados de cantos paleozoicos y una matriz arenosa (con un porcentaje del 30% de cantos sobre el total del material), y por un potente tramo que está constituido por arcillas abigarradas de colores rojizos, verdosos y violáceos, que intercalan bancos y lentejones arenosos rojizos, así como pequeñas hiladas centimétricas de yeso blanquecino.

El conjunto se encuentra recubierto en su totalidad por un suelo eluvio-coluvial arcilloso, que enmascara la formación infrayacente.

**Estructura.**— Dado el recubrimiento tan importante que presenta este grupo, es difícil reconocer su estructura general. No obstante, en los pocos afloramientos detectados se han reconocido bancos centimétricos horizontales con laminación paralela y algún pequeño pliegue de radio amplio.



Foto 19.— Grupo 213b. En primer término, panorámica general del grupo, en San Adrián de Juarros.

A veces se ha reconocido este grupo, inyectado a favor de fracturas, entre unidades más modernas.

**Geotecnia.**— El conjunto de este grupo puede considerarse ripable, impermeable y de baja capacidad portante. No podrá utilizarse como préstamo, dada la plasticidad que presenta y la difícil compactabilidad. Son materiales proclives al encharcamiento y a sufrir procesos de arroyada, por lo que deberá cuidarse el drenaje y revestir cunetas, las cuales deberán limpiarse periódicamente. Se hace necesario el uso de cementos sulforresistentes.

Los taludes de excavación para alturas bajas deben ser tendidos (menos de 20°), ya que son materiales proclives, sobre todo los niveles de alteración, a producir deslizamientos y corrimientos superficiales.

#### CARNIOLAS, DOLOMIAS Y CALIZAS DOLOMITICAS, (213c).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por carniolas rosadas y grises, dolomías grises, y calizas dolomíticas muy compactas y duras. Las dolomías



Foto 20.— Grupo 213c. Detalle de las calizas dolomíticas y carniolas. Carretera de Santa Cruz de Juarros a San Adrián de Juarros.

grises son predominantes y se presentan muy recristalizadas y con aspecto brechoide. Las carniolas son de aspecto oqueroso, tienen rellenos arcillosos rojizos, están fracturadas y son de colores grises. Las calizas dolomíticas se presentan en bancos de espesor decimétrico a métrico.

**Estructura.**— Este grupo se dispone, en general, en contacto mecánico con el Keuper infrayacente, y su disposición estructural es generalmente horizontal. Los bancos individuales, cuando se pueden distinguir, tienen espesores decimétricos y se encuentran bastante fracturados, diaclasados y karstificados.

**Geotecnia.**— Este grupo está constituido por materiales de capacidad portante alta, y es permeable por karstificación. Sus materiales son utilizables como préstamo para núcleo y coronación de terraplenes, y no son ripables.

Los taludes de excavación para alturas bajas, pueden cortarse subverticales saneando los paramentos, para evitar las caídas de bloques a la carretera. Es conveniente dejar una cuneta al pie de los taludes que recoja los posibles desprendimientos que pudieran producirse. Para taludes de mayor altura, es recomendable disponer bermas cada 4 m de altura.

#### CALIZAS GRISES Y PARDAS. (221a).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por calizas grises y pardas, sublitográficas, que se disponen en bancos centimétricos en la base, y que progresivamente van aumentando de espesor según se asciende en la serie. Hacia el techo de la misma pueden aparecer unos niveles oolíticos, y a continuación un conjunto de calizas grises, de pocos metros de espesor.

**Estructura.**— En conjunto, este grupo se dispone subhorizontalmente cerca del pueblo de Urrez, en bancos con espesores centimétricos a métricos. Tiene un pequeño diaclasado, en general abierto, que da lugar a bloques que pueden desprenderse.

**Geotecnia.**— El conjunto se presenta con una compacidad elevada, por lo que para su remoción mecánica será necesaria la utilización de martillo neumático o voladuras. Son materiales utilizables como préstamos para terraplenes y pedraplenes. Además son semipermeables y poseen una elevada capacidad portante.

Los taludes de excavación para alturas bajas (menores de 5 m), pueden cortarse subverticales, pero se deberá efectuar un saneo de los paramentos, de aquellos elementos que pudieran desprenderse. Para taludes de mayor altura, es recomendable la ejecución de bermas intermedias para la recogida de derrubios, cada 4 ó 5 m de altura.

#### MARGAS Y MARGO-CALIZAS. (221b).

**Litología.**— Este grupo está formado por un conjunto de margas y margocalizas que se disponen en bancos decimétricos, y que tienen tonos grises o



Foto 21.— Grupo 221b. Detalle de la alternancia de margas y margo-calizas, en la excavación de un camino, al Sur del pueblo de Urrez.

amarillentos. Progresivamente y hacia el techo, los bancos se van enriqueciendo en tramos margosos. La parte superior de la serie puede presentar algunos niveles oolíticos. Este grupo se encuentra cubierto por un suelo de alteración de naturaleza areno-limosa, que enmascara la formación.

**Estructura.**— En los alrededores de Urrez, la serie se dispone subhorizontal, con buzamientos que no llegan a los  $15^\circ$ . Es frecuente encontrar una estratificación arrosariadá, debido probablemente a cargas diferenciales entre los materiales de distinta competencia.

Los materiales se presentan con un cierto diaclasado, que induce una fragmentación de los bancos más competentes en pequeños bloques decimétricos. También se han detectado pequeñas fallas de salto muy reducido (menor de 1 m).

**Geotecnia.**— El conjunto puede considerarse ripable, con algunos tramos concretos de ripabilidad marginal. Es impermeable y de capacidad portante media. Pueden producirse erosiones y arrastres de material, sobre todo del recubrimiento, por lo que se hace necesaria la colocación de una cuneta de guarda al pie de los taludes de excavación.

Es un material sólo tolerable como próstamo para núcleo de terraplenes. Es encharcable en áreas llanas, por lo que deberá cuidarse especialmente el drenaje.

Los taludes de excavación de baja altura (menor de 5 m), podrán tallarse subverticales (sobre los  $70^\circ$ ), y se deberán sanear los frentes. Será conveniente ejecutar una cuneta al pie de los taludes que sirva para recoger los posibles desprendimientos y derrubios que pudieran producirse.



## CALIZAS DEL DOGGER, (222).

**Litología.**— Este grupo está formado por las calizas conocidas como «barra del Dogger», ya que se dispone generalmente sobre el terreno, dando un resalte característico.

La parte inferior del grupo se presenta en bancos de 0,5 a 1 m de espesor y con tonos grises. Hacia la parte superior, la serie se va haciendo más masiva, y en los bancos, de espesores métricos, es posible distinguir niveles oolíticos y algunos granos de cuarzo incluidos en las calizas.

**Estructura.**— Se presenta esta formación en contacto concordante con el grupo anterior (221b), y discordante con el Keuper de las estribaciones de la Sierra de la Demanda. Sus buzamientos son, en general, menores de 35° en Urrez y de 45° en Ojacastro.

Existen algunas fracturas y diaclasas, en general abiertas, que inducen una fragmentación de la roca en bloques de hasta 1 m<sup>3</sup> de volumen. En la zona cabalgante de la Demanda, existen frecuentes fallas de gran desarrollo que compartimentan esta formación.

**Geotecnia.**— Este grupo puede considerarse canterable, de elevada capacidad portante, y permeable por fisuración y, en menor medida, por karstificación. Admite taludes de excavación subverticales para alturas bajas (menos de 5 m), y se deberán sanear los paramentos. Para taludes de mayor altura puede mantenerse la misma inclinación, pero se deben disponer bermas cada 5 m, además de una cuneta al pie para recogida de los desprendimientos que pudieran producirse.

## CALIZAS GRISES EN FACIES WEALD, (223b).

**Litología.**— Este grupo está formado por calizas micríticas, oscuras y de tonos grises, que contienen granos de cuarzo y algo de arcillas. Al pie de los relieves mayores se forman coluviales, casi exclusivamente compuestos por cantos calcáreos muy angulosos, ya que los elementos finos que pudieran contener se lavan muy rápidamente.

**Estructura.**— Esta formación se presenta en bancos de espesor individual métrico, en cuyos interestratos se disponen pequeñas hiladas arcillosas.

La estructura tectónica general del grupo se dispone plegada, siendo frecuente encontrar anticlinales y sinclinales con buzamientos en los flancos de 30° a 40°. En las proximidades de Clavijo se reconoce una serie de fallas, de importante desarrollo, que compartimentan la formación. También se han reconocido cobijaduras y tramos pellizados, tanto por efecto de los empujes de la Sierra de la Demanda sobre el Terciario, situado al Norte de aquélla, como por efecto del diapirismo de los depósitos triásicos (del Keuper, fundamentalmente).

En la zona de Cueva de Juarros, la estructura tectónica de este grupo se resuelve en una serie de pliegues más o menos abiertos y con buzamientos moderados (de 10° a 35°).

**Geotecnia.**— Este grupo es canterable, con mayor facilidad de accesos en Cueva de Juarros que en Clavijo. Las calizas tiene una capacidad portante elevada y son permeables por fisuración y karstificación. Son no ripables, por lo que deberá utilizarse martillo picador o voladuras, para efectuar posteriormente su remoción mecánica.

En el caso de que hubiera que trazar una carretera en esta formación y fuera necesario realizar desmontes, los taludes de excavación podrán cortarse subverticales para alturas bajas, siempre que no se presente una estratificación desfavorable (paralela al trazado de la carretera). En caso de que se presente, podrán producirse deslizamientos planos a favor de las hiladas arcillosas de los interestratos, y se deberá proceder a una labor de sostenimiento del talud (bulonado y gunitado, entre otras). Para taludes de mayor altura, es recomendable la disposición de bermas cada 5 ó 6 m de altura y una cuneta al pie.

#### MARGAS ABIGARRADAS Y CALIZAS, (231a).

Se han descrito en la Zona 2, dada su mayor representatividad en ella.

#### ARENAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS ARCILLOSOS, (231b).

Se han descrito en la Zona 2, dada su mayor extensión en ella.

#### CALIZAS TURONENSES, (232a).

Se han descrito en la Zona 2, dada su mayor importancia en ella.

#### COLUVIAL DE SAN ADRIAN DE JUARROS, (C2).

**Litología.**— Este coluvial está compuesto por arcillas rojizas con algo de limos y arenas, procedente todo ello del Keuper. Las arcillas pueden tener un cierto contenido en yeso, tanto en forma de sales disueltas, como en pequeños cristales fibrosos de tamaño centimétrico.

**Estructura.**— No se puede apreciar estratificación, ya que no existen cortes naturales ni artificiales, y además se encuentra la zona intensamente cultivada.

**Geotecnia.**— El conjunto se considera ripable, y es encharcable e impermeable, por lo que deberá prestarse atención a la cuestión del drenaje. La capacidad portante es de valor bajo. Es necesaria la utilización de cementos sulforresistentes.

#### ALUVIAL DEL RIO ARLANZON, (A1).

Se han descrito en la Zona 1, dada su mayor importancia en ella.

## ALUVIAL DEL ARROYO DE CUEVA DE JUARROS, (A2).

**Litología.**— Este grupo se compone de arenas arcillosas y limosas, algo plásticas, y algunas gravas esporádicas, de naturaleza eminentemente carbonatada, subredondeadas y redondeadas.

**Estructura.**— El aluvial se presenta con carácter masivo, sin que resulte posible diferenciar estratificación ni la potencia de sedimentos, aunque presumiblemente posea un espesor mayor de 4 m.

**Geotecnia.**— Los materiales constitutivos de este grupo son ripables fácilmente. La capacidad portante es baja, y pueden ser colapsables. Se encharcan con facilidad dada su naturaleza impermeable.

No son adecuados como material de préstamo, ya que presentan demasiados finos que son difícilmente compactables.

### 3.3.5. Grupos geotécnicos

Todas las formaciones estudiadas en esta Zona se pueden incluir en los siguientes grupos geotécnicos:

**Grupo A: Materiales cuaternarios cohesivos.**— Son depósitos en donde predominan los elementos finos (limos y arcillas), sobre los sedimentos clásticos (gravillas y gravas). También contienen una cierta proporción de arenas. La capacidad portante superficial es baja y son materiales impermeables y encharcables. A este grupo pertenecen las formaciones C2 y A2.

**Grupo B: Materiales cuaternarios no cohesivos.**— En este grupo se incluyen aquellos materiales no consolidados, de naturaleza fundamentalmente gruesa (gravas y gravillas), que pueden contener un cierto volumen de arenas y, minoritariamente, de elementos finos. En este grupo se pueden producir procesos de inundaciones. Son depósitos muy permeables y ripables, y su nivel freático se encuentra superficial. Se incluye en este grupo la formación A1.

**Grupo C: Materiales arcillosos o margosos plásticos.**— Estos materiales tienen una baja capacidad portante superficial, y son encharcables y erosionables. Presentan problemas de estabilidad en los taludes de excavación y sufren una degradación importante a corto y medio plazo. Se incluyen en este grupo las formaciones 221b y 231a.

**Grupo D: Materiales detríticos y detrítico-arcillosos.**— En estos materiales se producen problemas de erosión y arrastres de material que llegan a cegar las cunetas y las pequeñas obras de paso en las carreteras. En ocasiones se producen inestabilidades en los taludes de excavación. A este grupo pertenecen las formaciones 211 y 231b.

**Grupo E: Materiales con una cierta proporción de yesos.**— Estos materiales presentan una gran agresividad frente al hormigón, debido a la presencia de sulfatos en su seno. Por otra parte, poseen una baja capacidad portante, y son erosionables y encharcables. Se incluye en este grupo la formación 213b.

**Grupo F: Formaciones rocosas fundamentalmente calcáreas y dolomíticas.**— Son materiales no ripables. Existe la posibilidad de que se produzcan despren-

dimientos y deslizamientos. La mayor parte de las veces se presentan con una karstificación importante. Corresponde este grupo a las formaciones 213c, 221a, 222, 223b y 232a.

Grupo G: Formaciones rocosas alteradas y troceadas.— Presentan problemas de estabilidad en los taludes de excavación, y pueden originarse importantes deslizamientos planos a favor de la esquistosidad o la estratificación. Se incluyen en este grupo las formaciones 113, 121 y 152.

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

En cuanto a los problemas geotécnicos de la Zona, cabe citar la existencia de posibles desprendimientos y desplomes en las formaciones rocosas carbonatadas, sobre todo en áreas acantiladas y en los asomos rocosos de las laderas. En las áreas paleozoicas, además de estas inestabilidades, se pueden originar importantes deslizamientos planos que pueden removilizar una gran cantidad de material.

En las formaciones con una cierta proporción de yesos, se pueden producir ataques al hormigón debido a la acción de las sales disueltas en su seno, por lo que se hace imprescindible la utilización de cementos sulforresistentes del tipo P-Y.

En materiales no consolidados, se pueden originar asientos diferenciales retardados, si en las estructuras se realiza una cimentación directa superficial.

## 3.4. ZONA 4: GLACIS DE LA DEMANDA

### 3.4.1. Geomorfología

La Zona 4 está constituida por un amplio glacis de naturaleza conglomerática, que se extiende sobre un área de unos 40 km de longitud, de Oeste (río Tirón) a Este (río Najerilla), y de 6 a 9 km desde el Sur (Ojacastro) a Norte (Corporales). Superficialmente abarca el tercio suroriental del cuadrante 201-2, la mayor parte de los cuadrantes 202-2 y 202-3, y la esquina suroccidental del cuadrante 203-3.

La pendiente media de Sur a Norte de este glacis es relativamente suave, del orden del 15%, pero al ser un material fácilmente erosionable, se produce un encajamiento de la red de drenaje y una gran diversificación de la misma con desarrollo arborescente. En consecuencia, las comunicaciones en sentido de Este a Oeste se ven enormemente dificultadas.

### 3.4.2. Tectónica

Los materiales correspondientes a esta Zona, de edad oligocena, han sufrido los últimos esfuerzos tectónicos de la Orogenia Alpina. Como resultado de éstos, se ha producido una serie de pliegues, cuyos ejes presentan una dirección Este-Oeste y cuyos flancos presentan unos buzamientos bajos, menores de 20°. El resto de los materiales, de edad plio-cuaternaria y cuaternaria, presentan una disposición subhorizontal y no están afectados por los esfuerzos tectónicos.





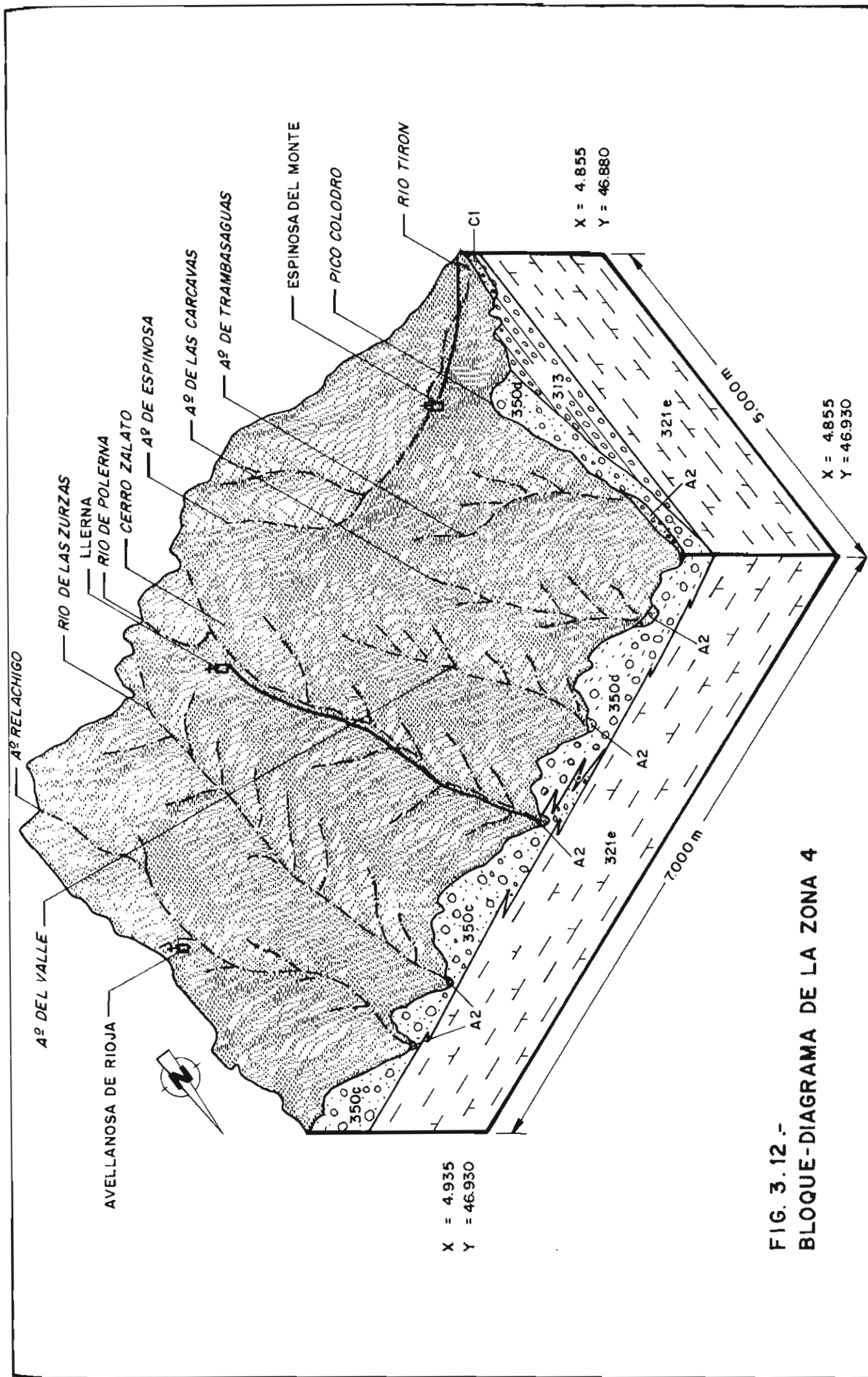



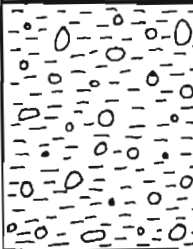
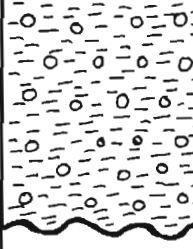
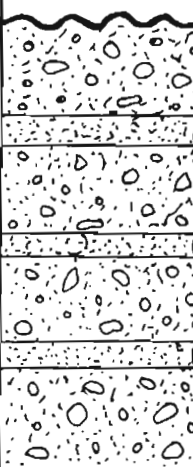


FIG. 3.12.-  
BLOQUE-DIAGRAMA DE LA ZONA 4

### 3.4.3.-COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	A2	A	DEPOSITOS ALUVIALES DE ARENAS, LIMOS Y GRAVAS	CUATERNARIO
	A1	B	DEPOSITOS DE GRAVAS Y ARENAS	CUATERNARIO
	C1	B	COLUVIALES DE GRAVAS Y ARCILLAS	CUATERNARIO
	350d	D	LIMONITAS ROJAS Y GRAVAS	PLIO-CUATERNARIO
	350c	D	GRAVAS SUBREDONDEADAS Y ARCILLAS CREMA	PLIO-CUATERNARIO
	313	D	CONGLOMERADOS CEMENTADOS ROJOS Y ARENISCAS	OLIGOCENO

ESCALA 1:5000



#### 3.4.4. Grupos litológicos

##### CONGLOMERADOS CEMENTADOS Y ARENISCAS, (313).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por unos conglomerados cementados de tonos rojizos, algo arcillosos, constituidos por cantos metamórficos, (cuarcitas y metaareniscas, sobre todo), y por algunos cantos de caliza, y que tienen cementación carbonatada y una matriz limo-arenosa y arcillosa. También existen bancos de areniscas, intercalados a modo de lentejones, dentro de la masa conglomerática. El tamaño de los clastos en los conglomerados es muy heterogéneo, desde centimétrico hasta bolos de más de 60 cm de diámetro. La formación presenta superficialmente un recubrimiento coluvio-eluvial de poco espesor (en torno a 1 m).

**Estructura.**— Esta formación se presenta en general masiva, aunque en ocasiones se distinguen algunos bancos conglomeráticos en disposición horizontal y de varios metros de espesor. Existen áreas acantiladas, como consecuencia de la erosión y del retroceso del afloramiento debido a la caída y desplome de bloques. En dichas áreas es posible distinguir algunos planos de diaclasas verticales, abiertos, y paralelos al frente del talud.

**Geotecnia.**— Esta formación puede considerarse adecuada, tanto como material de préstamo para núcleo y coronación de terraplenes, como para



Foto 22.— Grupo 313. Panorámica general de los conglomerados y areniscas, en la carretera de Santa Olalla del Valle a Espinosa del Monte. Nótese las cárcavas producidas por efecto de la arroyada.

explanadas, pero deberá efectuarse previamente un machaqueo de los elementos mayores.

Son materiales no ripables, por lo que deberán realizarse voladuras para su remoción mecánica. Son permeables y de capacidad portante alta.

La erosión diferencial en las capas de elementos más finos genera una serie de balmas, con cornisas en voladizo, que pueden llegar a desprenderse. Las aguas de arroyada, por otra parte, han dado lugar, en zonas concretas, a la creación de regueros y cárcavas, en los cuales se pueden producir aludes de piedras.

En el caso de que se proyecte una carretera sobre esta formación y sea necesaria la ejecución de taludes, éstos podrán ser verticales para alturas bajas. Los taludes de excavación de mayor altura se podrán cortar subverticales, pero habrá que sanear los paramentos de los mismos, y disponer una cuneta al pie, para recogida de los posibles desprendimientos que pudieran producirse.

#### GRAVAS Y ARCILLAS, (350c).

**Litología.**— Este grupo está constituido por gravas y por una matriz arcillosa. Las gravas están compuestas por cantos de naturaleza metamórfica, subangulosos a subredondeados, y con tamaño variable, desde unos pocos centímetros hasta bloques de unos 60 a 70 cm de diámetro. El porcentaje de esqueleto y matriz es de un 75%/25% aproximadamente. La matriz es arcillosa, plástica, y de tonos cremas y rojizos. La proporción de matriz es minoritaria con respecto al volumen total de material.



Foto 23.— Grupo 350c. Afloramiento del grupo en una cárcava, al Sur de Daroca de Rioja.

**Estructura.**— La mayor parte de este grupo se encuentra cubierto por una masa forestal que no deja ver el substrato. No obstante, en algunas áreas erosionadas se puede distinguir una estratificación subhorizontal. A nivel de afloramiento, se pueden reconocer estructuras sedimentarias, como son una granoselección positiva, rellenos de paleocanales, laminaciones paralelas, y estratificaciones cruzadas, entre otras.

**Geotecnia.**— En su conjunto este grupo puede considerarse como ripable. Puede ser utilizable como material de préstamo. Su capacidad portante es de valor medio, y tiene una permeabilidad muy alta, por lo que no presenta problemas de encharcamientos.

En el caso de que tenga que realizarse alguna excavación es conveniente que los ángulos de los taludes no superen los 30°, ya que pueden originarse importantes deslizamientos. En taludes que tengan una altura media (menor de 20 m), es conveniente disponer bermas cada 4 ó 5 m de altura, así como realizar una cuneta amplia al pie, para la recogida de los derrubios que pudieran producirse.

#### LIMOLITAS ROJAS Y GRAVAS, (350d).

Se han descrito en la Zona 2, dada su mayor extensión en ella.

#### COLUVIAL DE VILLAGALIJO, (C1).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por cantos subredondeados de naturaleza silícea sobre todo, y de tamaño heterogéneo. La matriz es limosa y arenosa, fina y media.

**Estructura.**— Son materiales que se presentan con carácter masivo, no siendo posible definir estratificación. El espesor del grupo aumenta hacia ladera abajo, hasta sobrepasar con creces los 3 m de potencia.

**Geotecnia.**— Este grupo debe considerarse ripable en su totalidad al no existir cementación. Es utilizable como material de préstamo para núcleo y coronación de terraplenes, e incluso para explanadas si se retiran previamente los clastos de mayor tamaño. Es permeable, y erosionable a corto plazo en laderas con inclinación media.

#### ALUVIAL DEL RIO TIRON Y ARROYOS SERRANOS, (A1).

Se describe este grupo en la Zona 5, dada su mayor extensión superficial en ella.

## ALUVIAL DEL RIO RELACHIGO, (A2).

**Litología.**— Este aluvial está compuesto por cantos redondeados, subredondeados y heterométricos, de naturaleza silíceo fundamentalmente, aunque también existen clastos calcáreos en proporción minoritaria. La matriz es arenosa, media y fina, y contiene algo de limo.

**Estructura.**— En el cauce menor del río se aprecia un abundante contenido en cantos, no existiendo prácticamente la matriz. Sin embargo, en la llanura de inundación se observa un recubrimiento de hasta 1,5 m de potencia, de limos arenosos de inundación. Por debajo de los mismos, se distinguen las gravas mencionadas anteriormente, junto con una matriz arenosa y algo limosa.

**Geotecnia.**— El grupo se considera ripable en su totalidad. La capacidad portante es baja en los limos de inundación, y media en los niveles de gravas. En estos últimos, es posible planificar su aprovechamiento como material de préstamo para núcleo y coronación de terraplenes.

En la llanura de inundación se pueden producir encharcamientos al ser materiales poco permeables. Así mismo se pueden producir colapsos al disponer estructuras con cimentación superficial sobre dichos limos de inundación.

### 3.4.5. Grupos geotécnicos

Atendiendo a las características geotécnicas de los materiales, las distintas formaciones que constituyen esta Zona se pueden agrupar en los siguientes grupos geotécnicos:

**Grupo A: Materiales cuaternarios cohesivos.**— Están compuestos, en su mayor parte, por elementos finos (limos y arcillas), con algunas gravas y gravillas minoritarias. Son depósitos ripables y encharcables. Su capacidad portante es baja, y pueden dar lugar a colapsos al disponer estructuras con cimentación superficial sobre ellos. Son zonas proclives a inundarse. Pertenece a este grupo la formación A2.

**Grupo B: Materiales cuaternarios no cohesivos.**— Están formados por depósitos sueltos, no consolidados, en los cuales se pueden producir erosión y arrastres de material. La capacidad portante es de tipo medio y son permeables. Este grupo comprende las formaciones C1 y A1.

**Grupo D: Materiales detríticos y detrítico-arcillosos.**— En estos materiales pueden aparecer problemas de estabilidad de taludes si éstos se cortan con ángulos superiores a 40°. También se producen erosiones y arrastres de material, así como desprendimientos y desplomes en formaciones cementadas. Se incluyen en este grupo las formaciones 313, 350c y 350d.

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

Los problemas más importantes que presenta esta Zona son los derivados de la erosionabilidad de las distintas formaciones. Se pueden llegar a cortar las carreteras como consecuencia de los arrastres y derrubios producidos.

En las formaciones compactas y cementadas se pueden originar importantes desprendimientos y desplomes, en general localizados, aunque éstos pueden ser de elevado volumen.

Otros problemas son los derivados de la inestabilidad de los taludes de excavación, ya que si se cortan con ángulos superiores a unos 40°, pueden producirse importantes deslizamientos.

También existen, en algunos grupos, problemas derivados de la inundabilidad que en ocasiones puede afectar a grandes extensiones superficiales.

### **3.5. ZONA 5: MESAS DE BELORADO-HERRAMELLURI**

#### **3.5.1. Geomorfología**

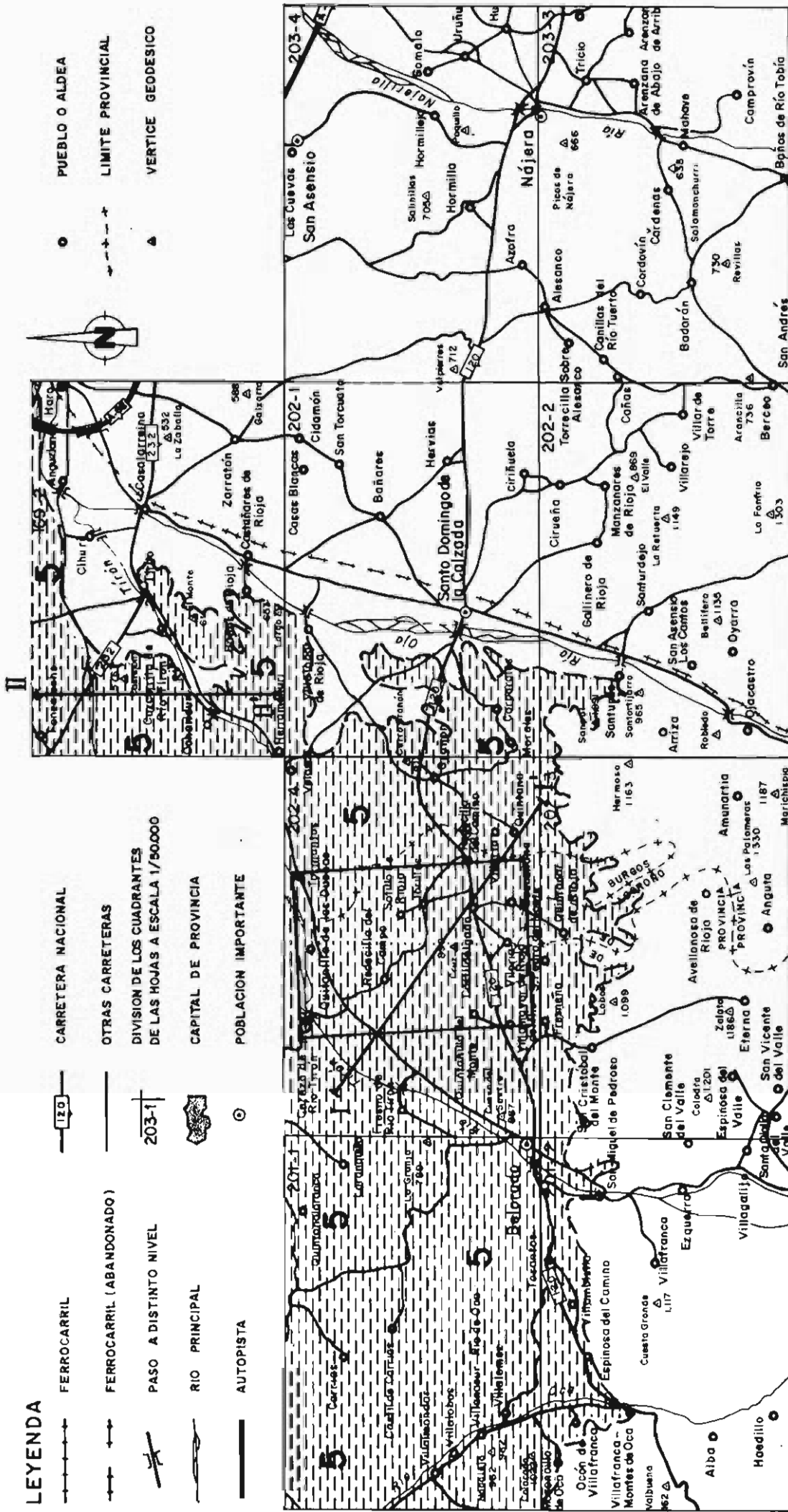
Esta Zona se extiende sobre la totalidad de los cuadrantes 201-1 y 202-4, el tercio occidental de los cuadrantes 169-2 y 202-1, el borde Norte de los cuadrantes 201-2 y 202-3, y la esquina Noroeste del cuadrante 202-2.

La mitad occidental de la Zona presenta una morfología en «mesas» sobre depósitos yesíferos, en la cual se reconoce una serie de cerros y lomas de cumbre plana, laderas rectilíneas de pendiente moderada y desnivel, en ocasiones, importante, así como valles de fondo plano, a veces de gran extensión. La red de drenaje, de tipo arborescente, se encuentra muy diversificada. Es de carácter temporal cuando los arroyos nacen en la propia Zona, y de carácter perenne cuando son ríos que nacen fuera de la Zona.

La mitad oriental de la Zona presenta una morfología algo diferente. Entre la parte alta de las mesas, con perfil acantilado, y el fondo plano de los valles suele aparecer un área de campiña, que se caracteriza por tener un relieve ondulado, compuesto por lomas redondeadas en las cumbres y de pendientes tendidas. También en esta mitad oriental existe una red de drenaje diversificada. Los depósitos de fondo de valle, se articulan con las laderas por medio de coluviales.

#### **3.5.2. Tectónica**

Los materiales que constituyen esta Zona 5 son de edad relativamente reciente (Mioceno, Pliocuaternario y Cuaternario). En consecuencia, no han sufrido los esfuerzos tectónicos originados durante el Oligoceno y que afectaron a series más antiguas. La disposición estratigráfica original de los depósitos se mantiene horizontal o subhorizontal, y los repliegues que pudieran reconocerse en los tramos yesíferos son debidos a cambios geoquímicos y de aumento de volumen, por el paso de la anhidrita a yeso mediante la hidratación de aquélla.



**FIG. 3.13.- ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 5, CORTES GEOLOGICOS Y BLOQUE - DIAGRAMA REALIZADOS EN LA MISMA**



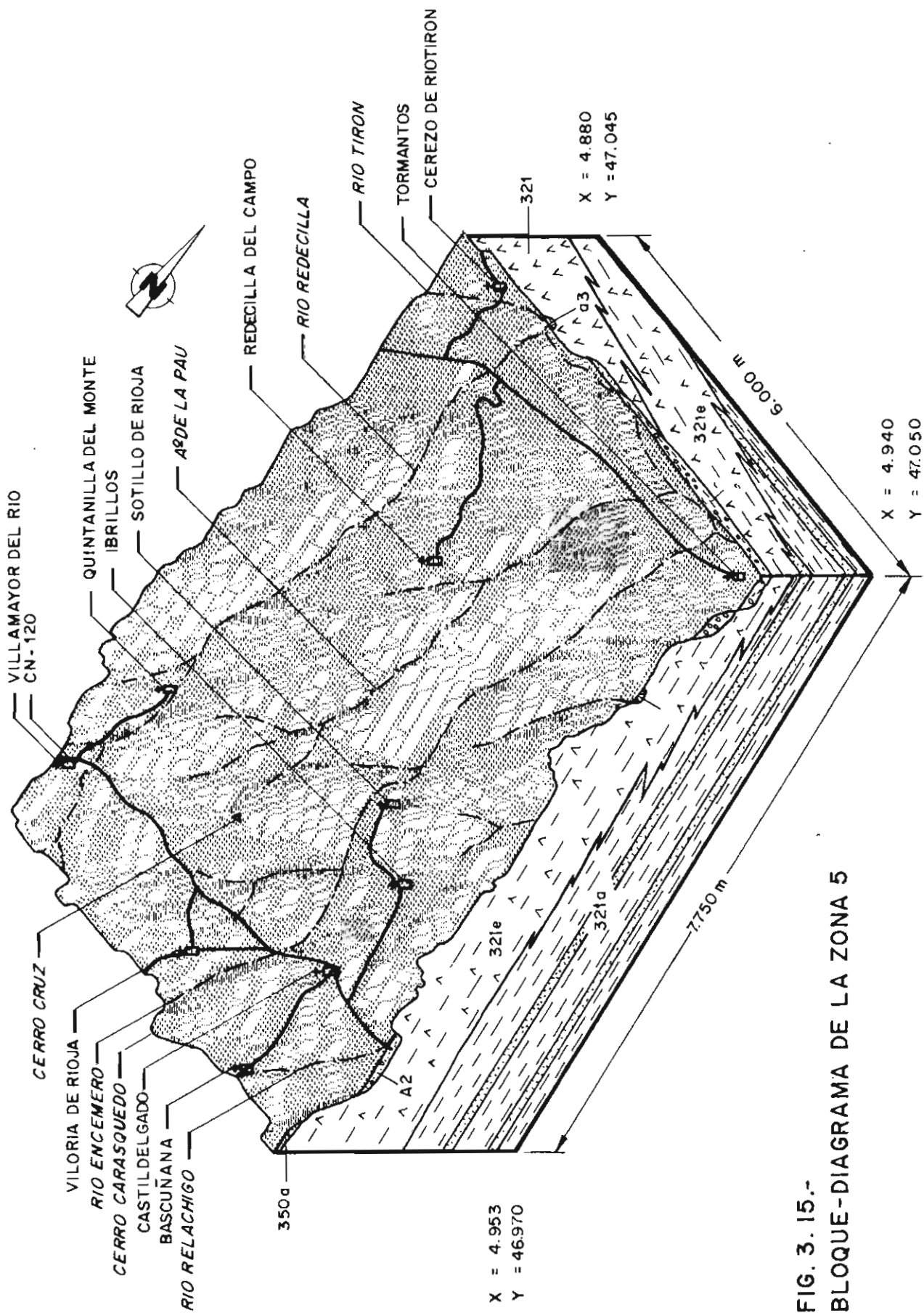


FIG. 3. 15.-  
BLOQUE-DIAGRAMA DE LA ZONA 5



### 3.5.3.-COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	W2	A	DEPOSITOS ANTROPICOS	CUATERNARIO
	L1	A	DEPOSITOS LAGUNARES	CUATERNARIO
	A3	A	DEPOSITOS ALUVIALES LIMOSOS CON YESOS	CUATERNARIO
	A2	A	DEPOSITOS ALUVIALES DE ARENAS, LIMOS Y GRAVAS	CUATERNARIO
	A1	B	DEPOSITOS DE GRAVAS Y ARENAS	CUATERNARIO
	T2, T1	B	DEPOSITOS DE TERRAZAS FLUVIALES	CUATERNARIO
	C2	A	ALUVIALES ARCILLOSOS Y ARENOSOS	CUATERNARIO
	D2, D1	A, B	CONOS DE DEYECCION	CUATERNARIO
	350d	O	LIMOLITAS ROJAS Y GRAVAS	PLIO-CUATERNARIO
	350b	D	CONGLOMERADOS ARENOSOS CEMENTADOS	PLIO-CUATERNARIO
	350a	D	GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS	PLIO-CUATERNARIO
	321g	C	MARGAS BLANCAS E HILADAS CALCAREAS	MIOCENO
	321f	E	YESOS Y MARGAS YESIFERAS	MIOCENO
	321e	E	MARGAS ARCILLOSAS, ARENISCAS Y YESOS	MIOCENO
	321d	D	ARCILLAS, ARENAS Y BANCOS ARENISCOSOS	MIOCENO
	321c	D	ARENISCAS BLANQUECINAS Y LIMOS ARCILLOSOS	MIOCENO
	321a	E	ARCILLAS ROJAS, ARENISCAS Y YESOS	MIOCENO

ESCALA 1:5000

#### 3.5.4. Grupos litológicos

##### ARCILLAS ROJAS, ARENISCAS Y YESOS, (321a):

Se describe este grupo en la Zona 10, dada su mayor extensión en ella.

##### ARENISCAS BLANQUECINAS Y LIMOS ARCILLOSOS, (321c).

**Litología.**— Este grupo, correspondiente a la denominada «Facies Haro», está formado por bancos de areniscas de tonos blanquecinos y por capas de limos arcillosos de tonos amarillentos. Localmente se han detectado pequeños paquetes calcáreos. Las areniscas están compuestas por granos de feldespato y cuarzo, con tamaños de grano desde 0,5 a 1 ó 2 mm, mientras que en los bancos calcáreos no es posible medir «de visu» los tamaños de grano.

**Estructura.**— Este grupo se sitúa estratigráficamente por encima de las Facies Nájera y Alfaro. Los buzamientos están en torno a los 5° ó 10°. A nivel



Foto 24.— Grupo 321c. Deslizamientos generalizados en la Facies Haro, cerca de la población de Cenicero.

de afloramiento, es posible distinguir estratificaciones cruzadas de bajo ángulo y algunos replegamientos de capas. Se reconocen también fenómenos de erosión diferencial, con la consiguiente creación de balmas.

**Geotecnia.**— Los bancos areniscosos y calcáreos tienen una capacidad portante media a alta, y los tramos limo-arcillosos la tienen baja. Son, en general, materiales semipermeables a impermeables, y pueden dar lugar a encharcamientos en áreas llanas. Esta formación admite taludes subverticales para alturas bajas, saneando los paramentos. En conjunto, son materiales poco erosionables a corto y medio plazo si los taludes de excavación presentan poca superficie expuesta a los agentes erosivos. Para taludes de mayor altura, la inclinación deberá ser rebajada hasta unos 25-30°, ya que este grupo puede sufrir deslizamientos muy importantes con inclinaciones mayores. (Ver foto 24).

Los limos arcillosos amarillentos son ripables. En cambio, los bancos areniscosos y calcáreos tienen una ripabilidad marginal, y no se descarta la posibilidad de encontrar capas no ripables.

#### ARCILLAS, ARENAS LIMOSAS Y BANCOS ARENISCOSOS, (321d).

**Litología.**— Este grupo corresponde a la denominada «Facies de Transición». Hacia el techo de la «Facies Haro» se produce un aumento en el contenido de arenas y limos frente a los bancos areniscosos, de manera que en la parte más alta de la «Facies Haro» sólo existen tramos de arcillas con intercalaciones de arenas limosas y algunos bancos de areniscas. De aspecto, esta



Foto 25.— Grupo 321d. Nótese el resalte que producen los bancos areniscosos en lo alto de un cerro situado al Oeste de Ochánduri.

«Facies de Transición» es bastante similar a la «Facies Haro», pero se aprecia en aquélla una clara disminución en el espesor de los bancos.

**Estructura.**— Se dispone lógicamente en contacto concordante con la «Facies Haro». Se puede reconocer, en los bancos de arenas y areniscas, una estratificación cruzada, mientras que en los tramos arcillosos y limosos se observa una laminación paralela. También se han detectado estructuras sedimentarias del tipo de huellas de carga y «convulte lamination», entre otras.

**Geotecnia.**— Las arenas limosas y las arcillas son materiales ripables. Los bancos areniscosos, en cambio, no son ripables. La capacidad portante es media a baja en los tramos arcillosos y arenosos, y alta en los paquetes areniscosos.

En estos materiales se produce una erosión diferencial que origina balmas y cornisas, las cuales, con el tiempo, pueden llegar a desprenderse. Son materiales permeables. Admiten taludes subverticales para alturas bajas (menos de 5 m). Para alturas medias y altas, conviene rebajar la inclinación hasta unos 60°, y disponer en el talud bermas cada 4 ó 6 m de altura.

#### MARGAS ARCILLOSAS, ARENISCAS Y YESOS, (321e).

**Litología.**— Este grupo corresponde a la denominada «Facies Altable» y está compuesto por un conjunto de margas arcillosas, rojizas y grises, que intercalan bancos de areniscas de potencia individual de 10 a 60 cm. También existen pequeñas hiladas de yesos blanquecinos de espesor centimétrico. Oca-



Foto 26.— Grupo 321e. Aspecto parcial de este grupo en un talud artificial, cerca de Vitoria de Rioja.

sionalmente se han reconocido algunos bancos de arenas, de coloraciones blanquecinas y potencias de orden decimétrico.

**Estructura.**— La disposición estructural general de esta formación es subhorizontal. Los niveles de yeso blanquecinos se presentan ligeramente replegados y, en ocasiones, se han reconocido algunas diaclasas rellenas de yeso. A veces existe una ligera erosión diferencial, quedando los bancos de areniscas en voladizo.

Superficialmente, esta formación presenta un suelo de alteración, de potencia variable, hasta un máximo de 1,0 m.

**Geotecnia.**— En conjunto estos materiales pueden considerarse ripables, fácilmente disgregables y erosionables. Los bancos areniscosos quizás necesiten una preparación previa, con martillo neumático, antes de su remoción mecánica. La capacidad portante de los tramos margosos, que son la mayoría, puede considerarse baja. En los paquetes areniscosos la capacidad portante es media. Los taludes de excavación pueden ser subverticales para alturas bajas (menos de 5 m), y es conveniente disponer una cuneta al pie de aquéllos para la recogida de los derrubios que pudieran producirse. Esta formación debe considerarse impermeable y encharcable en áreas llanas, por lo que deberá prestarse una atención especial a la cuestión del drenaje. Deberán utilizarse cementos sulforresistentes en las obras de fábrica a realizar en estos terrenos.

#### YESOS Y MARGAS YESIFERAS, (321f).

**Litología.**— Este grupo corresponde a la llamada Facies Cerezo. Está compuesto por bancos de yeso de espesor variable según las zonas, desde centimétricos a decimétricos, y por margas grises yesíferas. Prácticamente toda esta formación se presenta recubierta de un suelo residual de alteración, de espesor variable y formado por margas yesosas plásticas.

**Estructura.**— En general, la disposición estructural de este grupo es subhorizontal. Algunas veces se encuentran los bancos de yeso replegados. Esto es debido, quizás, al aumento de volumen experimentado debido al cambio de la anhidrita original a yeso, al hidratarse aquélla.

Otras veces se reconocen una serie de diaclasas, en ocasiones de traza vertical, las cuales se presentan rellenas de yeso fibroso o sacaroideo. El yeso también puede aparecer en forma de cristales en punta de flecha dentro del conjunto margoso.

**Geotecnia.**— Esta formación tiene una capacidad portante media a baja en general, aunque en ciertos sectores, donde predominan los bancos potentes de yeso, la capacidad portante puede ser alta. Puede existir en áreas concretas, una importante karstificación con algunas dolinas. En los niveles superficiales más alterados (1 a 2 m), estos materiales son ripables. La formación sana es ripable con dificultades y, en ocasiones, no es ripable en aquellos bancos de yeso que sean más compactos y potentes. Son materiales impermeables por formación, aunque en las áreas karstificadas presenten una acusada permeabilidad.



Foto 27.— Grupo 321f. Aspecto parcial de la Facies Cerezo, entre las poblaciones de Ibrillos y Sotillo de Rioja.

Cuando los bancos de yeso son potentes (de orden decimétrico a métrico), pueden originarse balmas de erosión y producirse desprendimientos y desplomes de volumen importante.

En estos materiales, se hace obligado el uso de cementos resistentes a la acción de las sulfosales. Los taludes de excavación para alturas bajas (menos de 5 m), pueden cortarse con ángulos de 60°. Es conveniente disponer una cuneta amplia al pie de los taludes, para la recogida de los derrubios que se producirán a corto y medio plazo. En taludes medios y altos, es recomendable rebajar la inclinación hasta unos 45°, e intermediar aquéllos mediante bermas cada 4 ó 5 m de altura.

#### MARGAS BLANQUECINAS CON INTERCALACIONES CALCAREAS, (321g).

Se ha descrito este grupo en la Zona 2, dada su mayor representatividad en ella.

#### GRAVAS CUARCITICAS Y ARENAS LIMOSAS, (350a).

Se describe en la Zona 7, dada su mayor extensión en ella.

#### CONGLOMERADOS. (350b).

**Litología.**— Está formado este grupo por conglomerados de cantos poligénicos y heterométricos, de subangulosos a subredondeados, y algunos de

ellos planares. La matriz es arenosa, y está en una proporción muy escasa con respecto al volumen total. La cementación es de naturaleza carbonatada y afecta a todo el volumen del material, dando como resultado una roca compacta.

**Estructura.**— La disposición estructural del conjunto presenta una ligera inclinación de unos 6 ó 7° hacia el Norte. Dicha inclinación es de origen sin-sedimentario, y va disminuyendo progresivamente a medida que se avanza hacia el Norte.

A nivel de afloramiento es posible reconocer una base erosiva (sobre la «Facies Alfaro»), así como una cierta orientación de cantos, rellenos de paleocanales y una laminación paralela.

**Geotecnia.**— Estos materiales poseen una alta capacidad portante, debido a la cementación tan intensa que tienen. No son ripables, por lo cual en el caso de tener que efectuar desmontes, deberá recurrirse a voladuras para remover la roca.

La permeabilidad del conjunto puede considerarse de valor medio. En este grupo se producen desprendimientos puntuales de elevado volumen en aquellas áreas donde, por erosión diferencial, se crean cornisas en voladizo.

Los taludes de desmonte para alturas bajas, que son los únicos posibles dada la poca potencia del grupo, pueden cortarse subverticales.

#### LIMOLITAS ROJAS Y GRAVAS, (350d).

Este grupo se ha descrito en la Zona 2, dada su mayor extensión en ella.

#### CONO DE DEYECCION DE QUINTANAR DE RIOJA, (D1).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por cantos subredondeados y redondeados, heredados del grupo 350c, de naturaleza silíceo y metamórfica, y por una matriz arenosa y arcillosa de tonos pardos. Esta matriz representa una proporción del orden del 60% con respecto al volumen total.

**Estructura.**— El conjunto se dispone con una estructura masiva, en la que no se reconoce estratificación. La superficie está intensamente cultivada. No es posible cuantificar la potencia de esta formación.

**Geotecnia.**— Este grupo posee una permeabilidad acusada, por lo que no presentará encharcamientos superficiales. Todo el conjunto es ripable y susceptible de aprovechamiento como material de préstamo. La capacidad portante alcanzará valores medios. Las pendientes con inclinaciones medias se erosionan con facilidad.

#### CONOS DE DEYECCION DE CEREZO DE RIO TIRON, (D2).

**Litología.**— Este grupo lo compone un conjunto de limos arcillosos y yesíferos, junto con gravas subangulosas a subredondeadas calcáreas, que

contiene algo de arenas. Pueden existir, dentro de la formación, grandes bloques de hasta 0,5 m<sup>3</sup> de volumen.

**Estructura.**— La disposición estructural de este grupo se presenta con una ligera inclinación sinsedimentaria, de 2° a 5°, reconocible en algunas excavaciones realizadas.

**Geotecnia.**— Son materiales intolerables para su uso como préstamo, dada la abundancia de finos, difícilmente compactables. Poseen una baja capacidad portante, tanto en superficie como en profundidad, y son fácilmente encharcables y erosionables. Son depósitos impermeables y colapsables, por lo que deberá prestarse especial atención a la cuestión del drenaje. Dada la abundancia de sales yesíferas que contienen, en las obras de fábrica deberán utilizarse ineludiblemente cementos con características sulforresistentes. Los taludes de excavación a proyectar y para alturas bajas no deberían sobrepasar los 20°; aún así se producirán arrastres y erosiones, por lo que es conveniente disponer una cuneta al pie para la recogida de los derrubios que se producirán a corto y medio plazo.

#### COLUVIAL DE VILLALOBOS, (C2).

**Litología.**— Este grupo es un coluvial formado por margas arcillosas y yesíferas, junto con algunos cantos de yeso blanquecino o «espejuelo».

**Estructura.**— Esta formación se localiza al pie de las laderas dispuestas sobre la «Facies Cerezo», la cual es fundamentalmente yesífera. En ocasiones su superficie puede presentar una pendiente acusada (hasta de 30°).

**Geotecnia.**— Es necesario el uso de cementos sulforresistentes en las estructuras de hormigón que se ejecuten en esta unidad. No son materiales adecuados como préstamos para explanadas, dado el elevado contenido de finos que presentan, que son además difícilmente compactables. Son depósitos inestables si se produce un zapado basal por la acción de algún curso de agua. En general son ripables y localmente encharcables en áreas llanas.

#### TERRAZA BAJA DEL RIO TIRON, (T1).

**Litología.**— Este grupo está constituido por gravas redondeadas, heterométricas y poligénicas, aunque predominan los clastos de cuarcita y metaarenisca, y por una matriz limo-arenosa de tonos pardos. Existe en toda la terraza una alternancia formada por niveles de gravas y por limos de decantación. En los niveles de gravas el esqueleto puede alcanzar hasta el 80% del volumen total, mientras que en los niveles limosos, aquél sólo llega hasta un máximo del 50%.

**Estructura.**— Como estructuras sedimentarias se reconoce una alternancia de niveles de gravas y de tramos de limos de inundación con algunos can-



tos. En los niveles de gravas se reconoce una granoselección positiva (aumento del tamaño de los cantos hacia la base de la capa), así como acuñamientos laterales y depósitos de paleocanales.

**Geotecnia.**— Esta formación es ripable en su totalidad, y su capacidad portante alcanza valores medios a bajos. Son materiales que pueden ser utilizables como préstamo para núcleo de terraplenes.

Los taludes de excavación para alturas bajas, admiten ángulos de hasta 70°, pero dado que es un material erosionable a corto plazo, es conveniente disponer una cuneta al pie para recoger los derrubios.

#### TERRAZA MEDIA DEL RIO TIRON, (T2).

**Litología.**— Esta terraza está constituida por cantos heterométricos y subredondeados, de naturaleza fundamentalmente silíceo y por una matriz arcillo-limosa de color rojizo. En algunas áreas, los cantos aparecen recubiertos de una pátina blanca probablemente yesífera. La proporción entre esqueleto y matriz es del orden de 70%/30% normalmente, aunque hay zonas sin cantos en las que sólo existen finos de decantación.

**Estructura.**— En general la estructura es masiva, aunque localmente se puede apreciar una cierta orientación de los cantos planares a lo largo de su eje mayor. También se ha reconocido, como estructura sedimentaria, una imbricación de cantos.

**Geotecnia.**— Este grupo es ripable en su totalidad. Puede utilizarse como material de préstamo para el núcleo y coronación de terraplenes, retirando previamente los cantos de mayor tamaño. La capacidad portante es de tipo medio. Es permeable y erosionable a corto plazo. Si las gravas se utilizan para la fabricación de hormigones, el cemento a utilizar deberá ser del tipo P-Y resistente al yeso.

#### ALUVIAL DEL RIO TIRON, (A1).

**Litología.**— En el cauce menor del río Tirón hay un aluvial formado por unas gravas heterométricas, desde tamaños centimétricos hasta bloques próximos al metro cúbico de volumen, y por una matriz limosa y arenosa, de tonos pardos. Los clastos son principalmente de cuarcitas y metaareniscas, junto con otros de rocas metamórficas (como filitas). También aparecen algunos, muy aislados y esporádicos, de caliza. El porcentaje de cantos y matriz es de 80%/20% aproximadamente.

La llanura de inundación tiene la misma naturaleza de cantos y matriz, pero la relación porcentual entre éstos es del orden de 60%/40% respectivamente, e incluso 50%/50%.

**Estructura.**— El curso del río Tirón es anastomosado, con barras centrales en el cauce, en donde crece la vegetación y donde abundan las gravas,

mientras que en la llanura de inundación hay un primer nivel superficial de limos, por debajo del cual se disponen las gravas y bolos redondeados.

**Geotecnia.**— El conjunto es ripable y permeable, aunque en la llanura de inundación y debido a los limos de decantación, pueda haber áreas impermeables y encharcables. Las gravas y arenas pueden ser utilizables como material de préstamo, aunque los tamaños mayores necesiten un machaqueo previo. Los niveles de gravas son erosionables a corto plazo, dado que no son cohesivos.

#### ALUVIAL DEL RÍO REDECILLA, (A2).

**Litología.**— Este aluvial está constituido por margas y arcillas que engloban arenas y tienen un cierto contenido en yesos en forma de sales disueltas. También existen algunos cantos de naturaleza silíceo y metamórfico, y esporádicamente cantos de calizas.

**Estructura.**— En general estos depósitos se presentan con estructura masiva. La llanura de inundación está intensamente cultivada. En el cauce menor se observa un cierto aumento de la proporción de cantos con respecto a la matriz, que puede llegar hasta el 20%/80% respectivamente.

**Geotecnia.**— Todo el grupo es ripable ya que carece de cementación. Por la propia naturaleza de los materiales, es impermeable y encharcable, por lo que en caso de que fuera afectado por una carretera, deberá prestarse una atención especial a la cuestión del drenaje. Se hace necesaria la utilización de cementos sulforresistentes en las estructuras de hormigón que se ejecuten en esta formación. No es adecuado como material de préstamo para su uso en terraplenes, ya que posee demasiados finos, que son difícilmente compactables.

#### ALUVIAL DEL RÍO DE LAS VEGAS, (A3).

**Litología.**— Este aluvial está constituido por limos arcillosos, yesíferos y algo arenosos, de tonos ocre, que contienen esporádicas gravas calcáreas. Esta formación se desarrolla sobre la «Facies Cerezo», de naturaleza eminentemente yesífera.

**Estructura.**— Son depósitos masivos, aunque superficialmente puede existir un paquete de limos de inundación sin cantos, en disposición horizontal, y situado sobre los limos arcillosos con clastos.

**Geotecnia.**— El conjunto puede considerarse impermeable, de baja capacidad portante y no utilizable como préstamo. Los limos pueden ser colapsables por efecto de la erosión interna. Son materiales fácilmente ripables y erosionables. Es necesario utilizar cementos sulforresistentes en las obras de fábrica a realizar sobre estos terrenos.

## ESCOMBRERAS DE CEREZO DE RIO TIRON. (W2).

**Litología.**— Este grupo está constituido por los restos desechados de la mina que explota glauberita,  $((\text{SO}_4)_2 \text{Ca Na}_2)$ , en el pueblo de Cerezo de Río Tirón. Son margas yesíferas, yesos y limos.

**Estructura.**— Los depósitos se disponen sin estructura aparente, como resultado del sistema de vertido utilizado.



Foto 28.— Grupo W2. Escombrera de la mina, al borde del río Tirón en Cerezo de Río Tirón.

**Geotecnia.**— Es un material no utilizable como préstamo, dada la alta plasticidad del mismo. Es ripable y encharcable en áreas llanas. Es conveniente evitar el trazado de carreteras que discurran por este grupo. Al estar la escombrera situada en la margen izquierda del río Tirón, sufre un zapado basal, lo que crea inestabilidades.

## DEPOSITOS LAGUNARES DE HERRAMELLURI. (L1).

Se describen en la Zona 10, dado el mayor número de depósitos en ella.

### 3.5.5. Grupos geotécnicos

De acuerdo con las características geotécnicas de los materiales de la Zona, las distintas formaciones se pueden agrupar de la siguiente manera:

Grupo A: Materiales cuaternarios cohesivos.— Están compuestos mayoritariamente por elementos limosos y arcillosos, aunque también pueden contener gravas y arenas de naturaleza carbonatada, silíceas o yesíferas. En estas formaciones se pueden originar procesos de inundación y encharcamientos. La capacidad portante es baja y puede producirse colapso por erosión interna. En ocasiones tienen un apreciable contenido en yesos. A este grupo pertenecen las formaciones D2, C2, A2, A3 y W2.

Grupo B: Materiales cuaternarios no cohesivos.— Corresponde a depósitos de naturaleza clástica (gravas y gravillas), que pueden contener, como matriz, arenas, limos y arcilla en proporción minoritaria. Son depósitos ripables, de capacidad portante media, y que se erosionan a medio y corto plazo con relativa facilidad. Se incluyen aquí las formaciones D1, T1, T2 y A1.

Grupo C: Materiales margosos plásticos.— Tienen problemas de estabilidad de taludes, son erosionables y su capacidad portante es baja. Son materiales impermeables y ripables. En este grupo sólo se ha incluido la formación 321g.

Grupo D: Materiales detríticos y detrítico-arcillosos.— Son formaciones en las que se alternan bancos de arenas con otros de arcillas, o bien corresponden a depósitos de glaciares, de naturaleza detrítica, con una matriz arenosa o areno-limosa. Presentan procesos de inestabilidad de taludes y de erosión, y su capacidad portante es media. Pertenecen a este grupo las formaciones 321c, 321d, 350a, 350b y 350d.

Grupo E: Materiales con una cierta proporción de yesos.— En las formaciones pertenecientes a este grupo, hay que tener en cuenta la agresividad al hormigón por los sulfatos que contienen, por lo cual es necesario la utilización de cementos sulforresistentes. Además, se pueden encontrar karstificados, por lo que su resistencia superficial puede ser baja. También se pueden producir inestabilidades en los taludes de excavación. En este grupo se incluyen las formaciones 321a, 321e y 321f.

### 3.5.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

El principal problema de índole geotécnica es la presencia de yesos en la mayor parte de las formaciones de la Zona, tanto en forma cristalizada como en forma de sales disueltas dentro del material. Estos sulfatos atacan al hormigón y por lo tanto es necesaria la utilización de cementos sulforresistentes.

Tanto en las formaciones detríticas y detrítico-arcillosas, como en aquellas otras de naturaleza margosa, se pueden producir importantes deslizamientos de ladera, tanto en pendientes naturales, como en los taludes de excavación, incluso con ángulos de 30°, por lo cual éstos deberán rebajarse hasta unos 20° de inclinación.

En las formaciones donde se alternan bancos areniscosos con tramos limosos o arcillosos, se producen taludes por erosión diferencial, y los tramos compactos, al quedar en voladizo y progresar la erosión, pueden dar lugar a desplomes importantes.

Otro problema es el derivado de la erosionabilidad de los materiales, que puede producir importantes aterramientos en las vías de comunicación que discurren por esta Zona.

### 3.6. ZONA 6: RIBERA DEL OJA

#### 3.6.1. Geomorfología




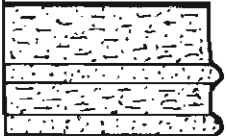
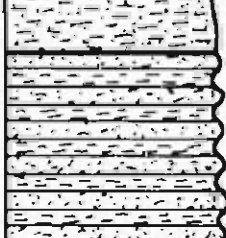
Esta Zona ocupa una parte de los cuadrantes 202-1 y 202-2 y aproximadamente la mitad del cuadrante 169-2. El valle del río Oja tiene, en Ojacastro, 300 m de anchura. A la altura de Santo Domingo de la Calzada, la llanura aluvial se extiende a uno y otro lado de la ciudad y alcanza 4 ó 5 km de anchura, y al Norte de Casalarreina, la llanura conjunta de los ríos Tirón y Oja tiene una amplitud, en sentido Este-Oeste, de unos 10 km.

El relieve es absolutamente plano, y sólo es posible reconocer una serie de ribazos de 1 a 5 m de desnivel.

#### 3.6.2. Tectónica

Tanto la edad reciente de los materiales de la Zona, como su naturaleza litológica, no permiten detectar efectos tectónicos ni neotectónicos apreciables sobre ellos.

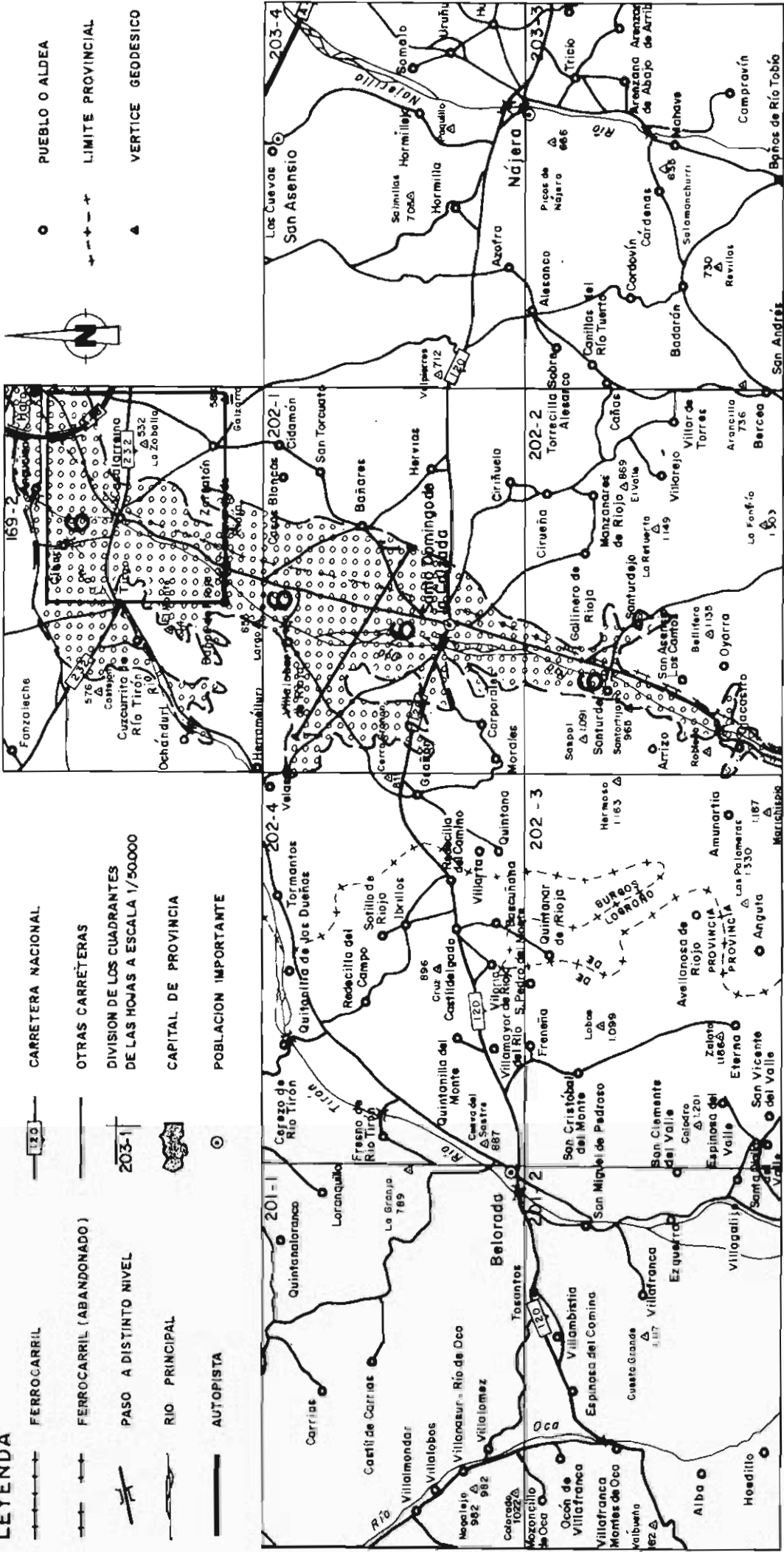
#### 3.6.3. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	A1	B	DEPOSITOS DE GRAVAS Y ARENAS	CUATERNARIO
	T1	B	DEPOSITOS DE TERRAZAS FLUVIALES	CUATERNARIO
	D1	B	CONOS DE DEYECCION	CUATERNARIO
	321d	D	ARCILLAS, ARENAS Y BANCOS ARENISCOSOS	MIOCENO
	321c	D	ARENISCAS BLANQUECINAS Y LIMOS ARCILLOSOS	MIOCENO

ESCALA 1:5000

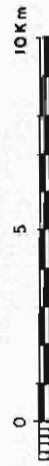
**LEYENDA**

- FERROCARRIL
- FERROCARRIL (ABANDONADO)
- PASO A DISTINTO NIVEL
- RIO PRINCIPAL
- AUTOPISTA
- CARRETERA NACIONAL
- OTRAS CARRETERAS
- DIVISION DE LOS CUADRANTES DE LAS HOJAS A ESCALA 1/50.000
- CAPITAL DE PROVINCIA
- POBLACION IMPORTANTE
- PUEBLO O ALDEA
- LIMITE PROVINCIAL
- VERTICE GEODESICO

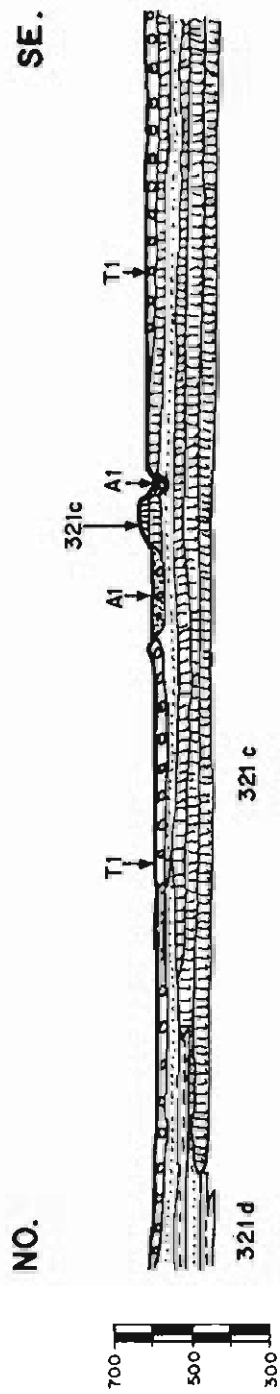


ZONA 6 - RIBERA DEL OJA    
 PERFIL GEOLOGICO

ESCALA 1 : 200.000



**FIG. 3.16 - ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 6, CORTE GEOLOGICO Y BLOQUE - DIAGRAMA REALIZADOS EN LA MISMA**



I I'

H : 1/50.000  
ESCALAS V : 1/20.000

FIG.3.17.- CORTE GEOLOGICO DE LA ZONA 6

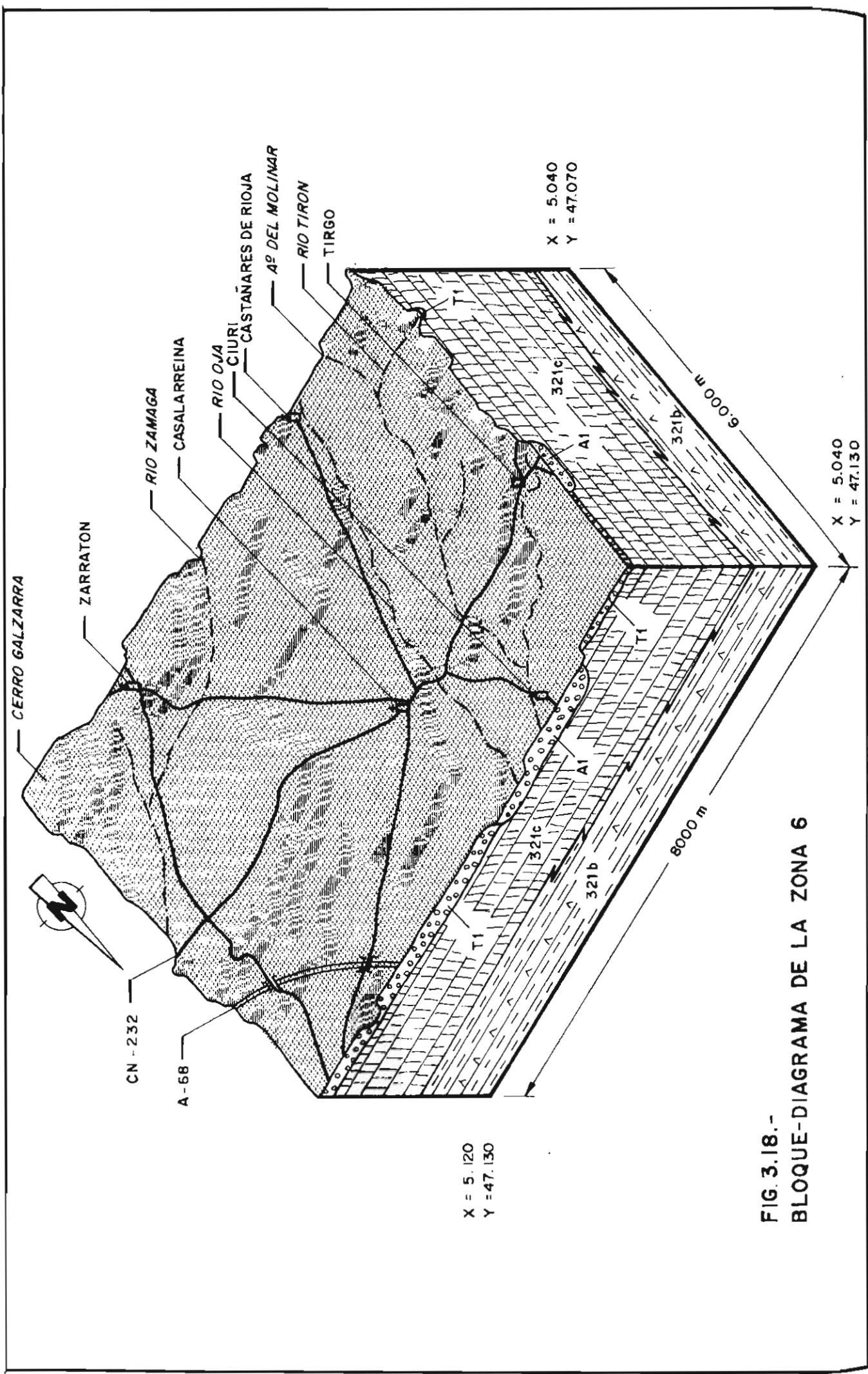


FIG. 3.18.-  
 BLOQUE-DIAGRAMA DE LA ZONA 6



#### 3.6.4. Grupos litológicos

##### ARENISCAS BLANQUECINAS Y LIMOS ARCILLOSOS, (321c).

Se ha descrito este grupo en la Zona 5, dada su mayor representatividad en ella.

##### ARENISCAS, ARENAS LIMOSAS Y BANCOS ARENISCOSOS, (321d).

Se ha descrito en la Zona 5, dada su mayor extensión en ella.

##### CONOS DE DEYECCION DE SATURDEJO, (D1).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por gravas silíceas, pizarrosas, y procedentes de otras rocas metamórficas, y por arcillas limosas y algo arenosas, de tonos pardos, que pueden incluir en su seno grandes bloques de hasta 1 m<sup>3</sup> de volumen. Las gravas tienen formas de subredondeadas a angulosas.

**Estructura.**— En general, este grupo se dispone con una alternancia de capas, unas de gravas arenosas y otras de arenas limosas, de tonos pardos u ocres.

**Geotecnia.**— Es un material tolerable como préstamo, de drenaje aceptable y semipermeable. Son depósitos fácilmente ripables, salvo los grandes bloques.



Foto 29.— Grupo D1. Aspecto de una excavación próxima a Cirueña.

Los taludes de excavación para alturas bajas pueden formar ángulos de hasta 70° con la horizontal, pero pueden sufrir segregaciones de cantos, por lo que se recomienda realizar una cuneta al pie que permita la recogida de los derrubios producidos.

La capacidad portante de este grupo es de valor medio.

#### TERRAZA BAJA DEL RIO OJA, (T1).

**Litología.**— Está constituido este grupo por cantos subangulosos y subredondeados, de cuarcita principalmente, y otros minoritarios de caliza. El tamaño de los clastos es muy variable, desde diámetros centimétricos hasta los 60 ó 70 cm, y por una matriz arcillosa y limosa de tonos ocres. La proporción entre esqueleto y matriz es de 60%/40% respectivamente, aunque en otras zonas puede ser del 20%/80%.

**Estructura.**— No se puede reconocer la disposición de los materiales, dada la abundancia y extensión de los cultivos que cubren prácticamente la totalidad del grupo.

Existen áreas con una cierta abundancia de finos, al ser zonas preferentemente de decantación y estar más bajas que las áreas circundantes.

**Geotecnia.**— El conjunto del grupo debe considerarse ripable. La capacidad portante es baja. Es impermeable y encharcable en determinadas zonas. Puede ser utilizable como material de préstamo para núcleo de terraplenes. En caso de efectuar taludes de excavación, éstos no deberían sobrepasar los 30° de inclinación para alturas bajas, ya que son fácilmente erosionables. Deberá dejarse una cuneta al pie para la recogida de derrubios. Dicha cuneta es conveniente que esté revestida.

#### ALUVIAL DEL RIO OJA O GLERA, (A1).

**Litología.**— Este aluvial lo forman, por una parte, gravas, fundamentalmente cuarcíticas, de formas subredondeadas a redondeadas, y por otra, una matriz limo-arcillosa y algo arenosa, de tonos ocres o rojizos. La proporción entre clastos y matriz es del orden de 80%/20%, e incluso 90%/10%, respectivamente.

**Estructura.**— No es posible definir estructura al no existir cortes naturales del terreno. Sí se distingue, en cambio, una serie de barras laterales y centrales, en las que se reconoce una cierta orientación de cantos y unas estructuras de acreción.

**Geotecnia.**— Son materiales ripables, de baja capacidad portante y permeables. Se podrán utilizar como préstamo para núcleo y coronación de terraplenes, pero retirando antes los clastos de mayor tamaño. Caso de efectuar excavaciones, existirá el problema de su agotamiento, dado que es un acuífero libre.



Foto 30.— Grupo A1. Detalle de los clastos en el río Oja, aguas abajo de Santo Domingo de la Calzada.

#### 3.6.5. Grupos geotécnicos

Las formaciones que constituyen esta Zona se pueden incluir, por sus características geotécnicas, en los siguientes grupos :

Grupo B: Materiales cuaternarios, no cohesivos.— Estos materiales ocupan la mayor parte de la superficie de la Zona, y constituyen depósitos granulares (bolos y gravas) que tienen una matriz arenosa y limosa, y algo arcillosa. Son materiales fácilmente ripables, erosionables y de capacidad portante de valor medio. Se incluyen en este grupo las formaciones D1, T1 y A1.

Grupo D: Materiales detríticos y detrítico-arcillosos.— Son formaciones constituidas por una alternancia de tramos areniscosos y tramos limolíticos o arcillosos, y están escasamente representadas en esta Zona. Presentan procesos de erosión y de inestabilidad de taludes. Pertenecen a este grupo las formaciones 321c y 321d.

#### 3.6.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

En esta Zona prácticamente no existen problemas de índole geotécnica. Aparte de la posible inundabilidad de la Zona, ésta es un área favorable para la construcción de carreteras.

### 3.7. ZONA 7: CAMPIÑA DE AZOFRA Y MESAS DE SAN ASENSIO

#### 3.7.1. Geomorfología

Esta Zona 7 se extiende sobre el tercio Nordeste del cuadrante 202-2, el tercio oriental del cuadrante 202-1, la esquina Sureste del cuadrante 169-2 y la mayor parte de los cuadrantes 203-3 y 203-4.

Morfológicamente el tramo Sur, adosado a la Zona 4, presenta un relieve acusado, y una red de drenaje marcada y parcialmente encajada, en la que los depósitos fluviales, cuando existen, recubren el fondo de los valles. Estos tienen un perfil transversal en artesa. Los cerros y mesas son de desnivel medio entre las cimas y los valles, y existen frecuentemente en las laderas algunos asomos rocosos.

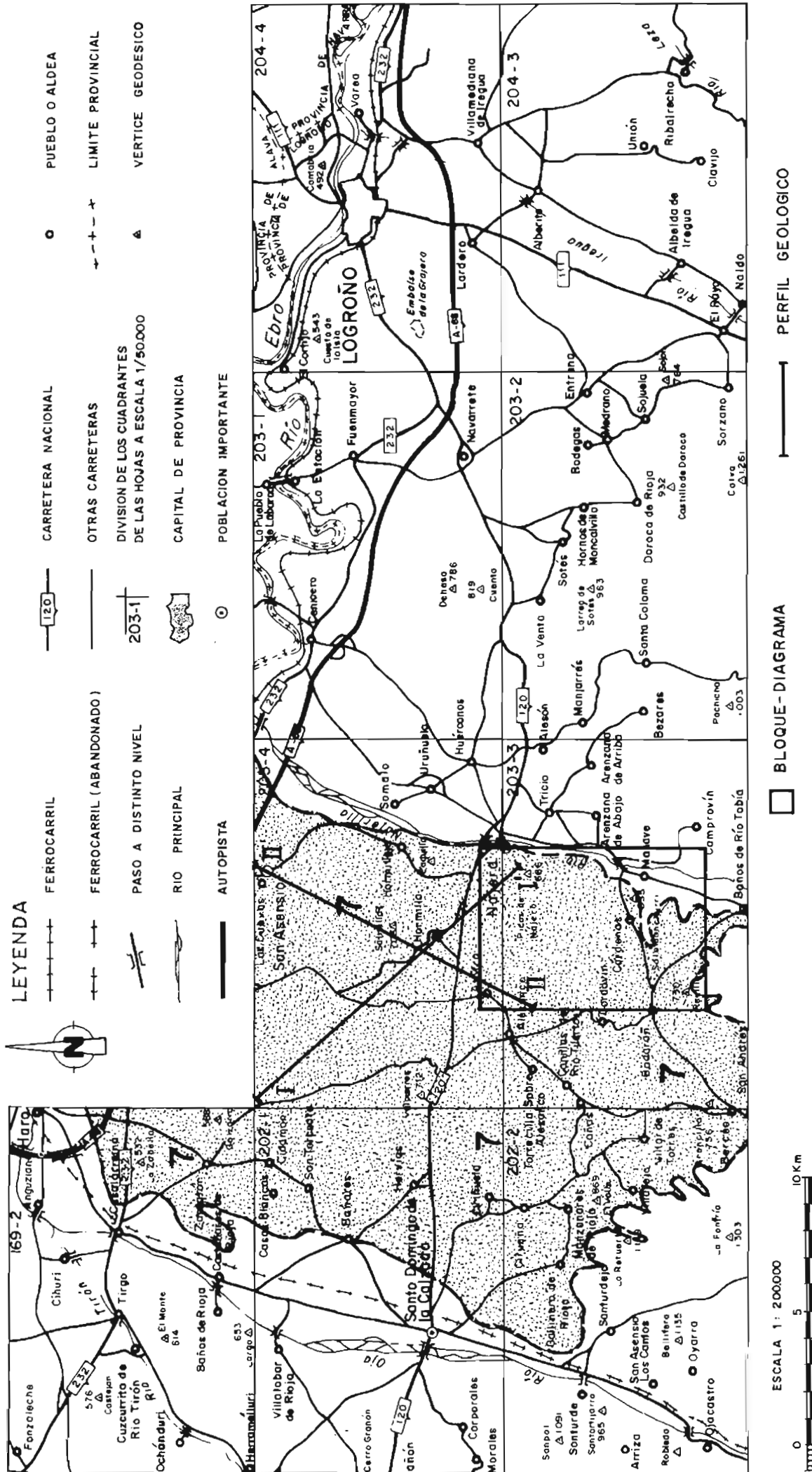
Más hacia el Norte, la Zona adquiere características de campiña, la morfología de «mesas» es minoritaria, y los relieves alomados con pendientes onduladas, los valles de perfil transversal cóncavo y las cimas redondeadas son predominantes. En este área a las formaciones terciarias se superponen importantes recubrimientos cuaternarios, que suavizan aún más las pendientes.

#### 3.7.2. Tectónica

Esta región, o al menos las zonas más próximas a la Sierra de Cameros, ha sufrido las últimas fases de la Orogenia Alpina, de carácter tardío e intermitente. Estas últimas fases, que explicarían el gran cabalgamiento de la Sierra de Cameros sobre los sedimentos terciarios de la Fosa del Ebro, tuvieron como resultado un rejuego final de fallas de zócalo que tienen direcciones Este-Oeste y se sitúan por debajo de los depósitos miocénicos. Dicho rejuego se ha traducido en superficie en un ligero basculamiento de los depósitos terciarios, con buzamientos en general hacia el Norte, de unos 15° a 20° de media.

Estas fallas de zócalo deberían marcar un cambio brusco de inclinación en las capas de los sedimentos terciarios. Este cambio de inclinación se produce, por ejemplo, a la altura de la población de Nájera, en la cual debe existir una falla de dirección Este-Oeste, con el labio hundido en el borde Norte.

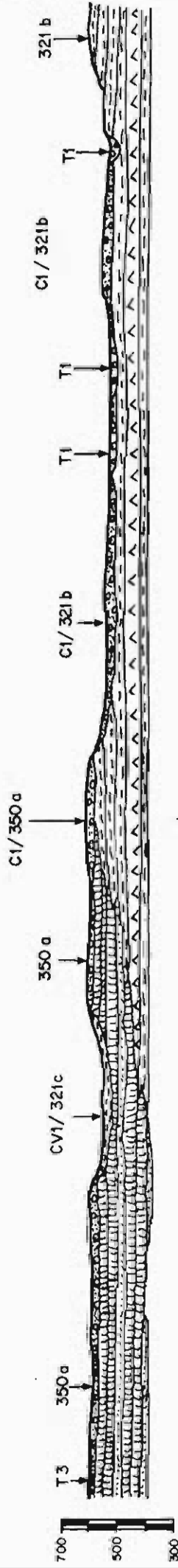
El resto de los depósitos de la Zona, situados al Norte, no parece que hayan sufrido estos últimos esfuerzos orogénicos, ya que se disponen horizontales o subhorizontales.



**ZONA 7 - CAMPIÑA DE AZOFRA Y MESAS DE SAN ASENSIO**  
**FIG.19.-ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 7, CORTES GEOLOGICOS Y BLOQUE - DIAGRAMA REALIZADOS EN LA MISMA**

NO.

SE.

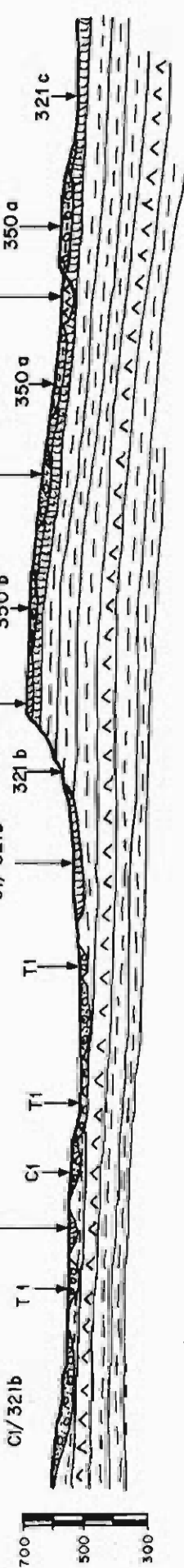


I

I'

SO.

NE.



II

II'

ESCALAS  
 H: 1/50.000  
 V: 1/20.000

FIG. 3.20.- CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA 7

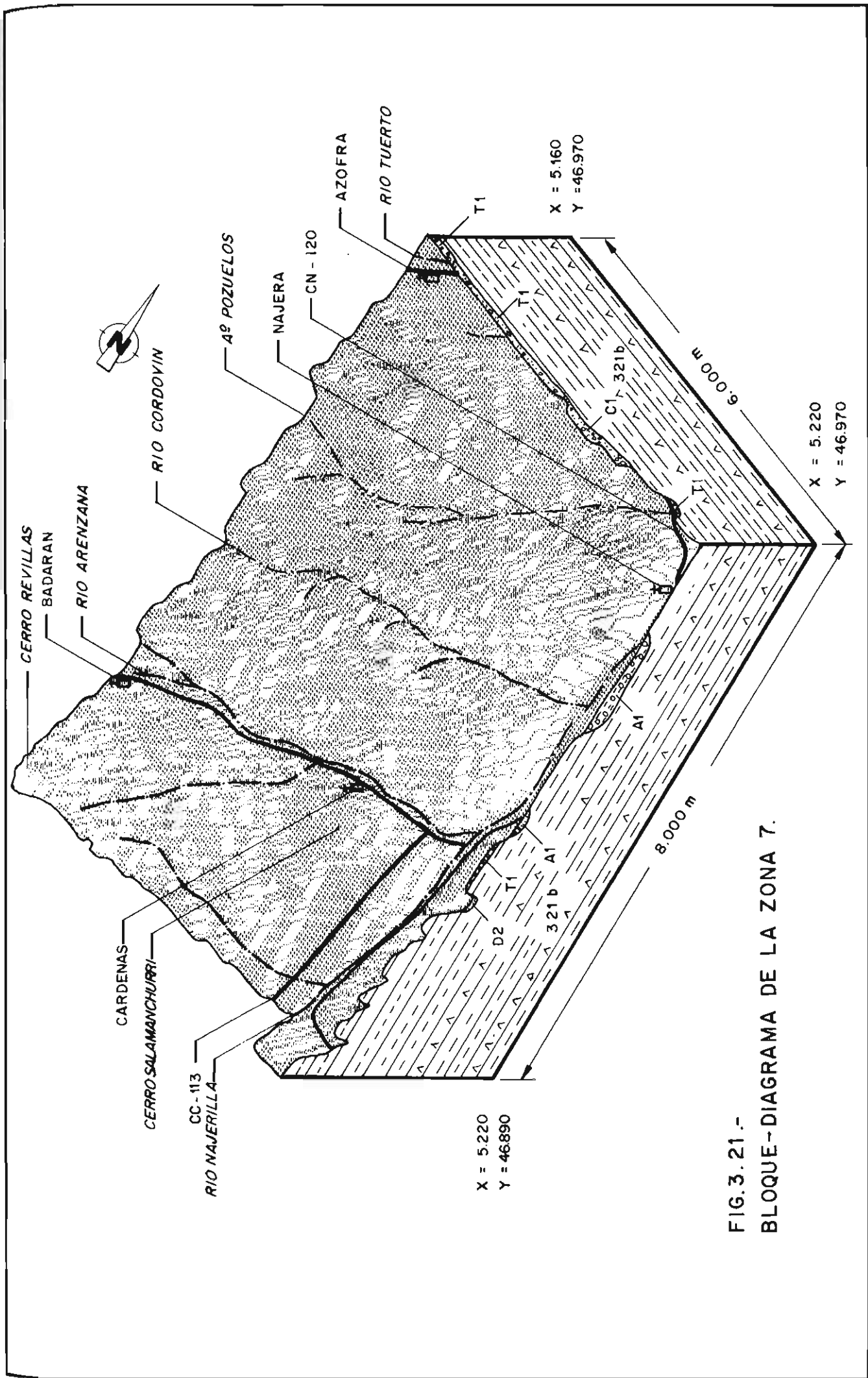


FIG.3.21.-  
BLOQUE-DIAGRAMA DE LA ZONA 7.

### 3.7.3 - COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	L1	A	DEPOSITOS LAGUNARES	CUATERNARIO
	A2	A	DEPOSITOS ALUVIALES DE ARENAS, LIMOS Y GRAVAS	CUATERNARIO
	A1	B	DEPOSITOS DE GRAVAS Y ARENAS	CUATERNARIO
	T3, T2, T1	B, B, B	DEPOSITOS DE TERRAZAS FLUVIALES	CUATERNARIO
	CV1	A	COLUVIO-ELUVIAL ARCILLOSO	CUATERNARIO
	C2	A	COLUVIALES ARCILLOSOS Y ARENOSOS	CUATERNARIO
	C1	B	COLUVIALES DE GRAVAS Y ARCILLAS	CUATERNARIO
	D1	B	CONDS DE DEYECCION	CUATERNARIO
	350b	D	CONGLOMERADOS ARENOSOS CEMENTADOS	PLIO-CUATERNARIO
	350a	D	GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS	PLIO-CUATERNARIO
	321c	D	ARENISCAS BLANQUECINAS Y LIMOS ARCILLOSOS	MIOCENO
	321b	E	ARENISCAS, LIMOS ARCILLOSOS Y YESOS	MIOCENO
	321a	E	ARCILLAS ROJAS, ARENISCAS Y YESOS	MIOCENO

ESCALA 1:5000



#### 3.7.4. Grupos Litológicos

ARCILLAS ROJAS, ARENISCAS Y YESOS, (321a).

Este grupo se describe en la Zona 10, por su mayor representatividad.

ARENISCAS, LIMOS ARCILLOSOS Y YESOS, (321b).

Se describe en la Zona 10, dada su mayor extensión en ella.

ARENISCAS BLANQUECINAS Y LIMOS ARCILLOSOS, (321c).

Este grupo se ha descrito en la Zona 5, dada su mayor importancia en ella.

GRAVAS CUARCITICAS Y ARENAS LIMOSAS, (350a).

**Litología.**— Este grupo está constituido por gravas y arenas limosas. Las gravas son heterométricas, tienen formas subangulosas a subredondeadas, y provienen fundamentalmente de cuarcitas aunque también las hay de meta-areniscas y filitas. La matriz está formada por unas arenas limosas en tonos rojizos. No existe prácticamente ningún tipo de cementación.



Foto 31.— Grupo 350a. Detalle de esta formación en contacto erosivo con la «Facies Alfaró» infrayacente, en un lugar de la carretera N-120, cerca de la desviación a Herrerías.

La proporción de clastos y matriz es del orden del 60%/40% respectivamente, y en algunas zonas puede llegar hasta el 70%/30%.

**Estructura.**— En conjunto, este grupo se presenta con carácter masivo y en contacto erosivo con los grupos inferiores. Puntualmente es posible reconocer una cierta orientación de los cantos planares, estratificación cruzada, granoselección positiva y depósitos de relleno de paleocanales.

**Geotecnia.**— Este grupo puede considerarse en conjunto como ripable. Su capacidad portante alcanza valores medios. Son materiales que pueden utilizarse como préstamo, eliminando previamente los clastos mayores. La permeabilidad es notable, por lo que no presentarán problemas de encharcamientos.

Los ángulos de los taludes de excavación para alturas bajas pueden llegar hasta los 45°. Dada la facilidad con que se erosiona este material, es conveniente construir una cuneta amplia al pie del talud para la recogida de los derrubios que con toda seguridad, se producirán a corto y medio plazo.

#### CONGLOMERADOS, (350b).

Este grupo se ha descrito en la Zona 5, dada su mayor extensión en ella.

#### CONO DE DEYECCION DE HERVIAS, (D1).

**Litología.**— Este grupo está formado por gravas heterométricas, subredondeadas y subangulosas, y en general de naturaleza silíceas, y por una matriz arenosa y limo-arcillosa, de color pardo u ocre. Superficialmente se recubre de un suelo vegetal areno-limoso, de unos 0,6 m de espesor, que se encuentra intensamente cultivado.

**Estructura.**— En general se dispone con carácter masivo, aunque pueden existir pequeños lentejones de arenas limosas, casi sin gravas, así como una cierta graduación de tamaños en las gravas.

**Geotecnia.**— Son materiales ripables y permeables. Es una formación que se puede utilizar como préstamo para núcleos de terraplenes. Los taludes de excavación se erosionan y degradan fácilmente a medio plazo, por lo que es conveniente disponer una cuneta para recoger los derrubios que se produzcan. Dichos taludes admiten ángulos de inclinación de hasta 40° para alturas bajas.

#### COLUVIALES DE HORMILLA, (C1).

**Litología.**— Está formado este grupo por limos arcillosos de tonos rojizos, algo plásticos, procedentes de la erosión y posterior arrastre del grupo 321b, y por algunas gravas de naturaleza metamórfica y silíceas, con origen en los depósitos plio-cuaternarios próximos.

**Estructura.**— Todo el área ocupada por los coluviales se encuentra cubierta por vides y por cultivos de cereales, por lo que no es posible reconocer estructura alguna.

**Geotecnia.**— El grupo es ripable en su totalidad al carecer de cementación. Superficialmente es flojo y de baja capacidad portante. Es impermeable, y encharcable en áreas llanas, por lo que en caso de que lo atravesase una carretera, deberá cuidarse la cuestión del drenaje.

No es aconsejable utilizar estos materiales como préstamo, al poseer muchos finos difícilmente compactables. Se erosionan y sufren arrastres, por lo que, en los taludes de excavación, debe construirse una cuneta amplia al pie de los mismos.

#### COLUVIAL DE SAN ASENSIO, (C2).

**Litología.**— Está compuesto este coluvial por una matriz arenosa y limosa, de tonos crema o grises, y por cantos subredondeados, de origen metamórfico, que en ocasiones están recubiertos de una pátina blanquecina de carbonatos o sulfatos. La dimensión de los clastos es muy variable, y va desde el tamaño gravilla, de 2 a 3 cm de diámetro, hasta los 15 a 20 cm. La proporción entre la matriz y los clastos es del orden de 60%/40%, respectivamente.

**Estructura.**— Al ser un área intensamente cultivada, no es posible apreciar ninguna estructura, aunque debe presentar una inclinación sinsedimentaria de no más de 15°. Son coluviales que se disponen generalmente enmascarando la «Facies Haro».

**Geotecnia.**— Estos materiales son ripables con facilidad. Su capacidad portante es baja, y pueden llegar a encharcarse en áreas llanas, ya que tienen una permeabilidad pequeña.

En caso de necesidad, se podrían utilizar estos depósitos como material de préstamo para núcleo de terraplenes. Se erosionan con facilidad en pendientes bajas, por lo que en el caso de construir terraplenes con estos materiales, se debería realizar una hidrosiembra para evitar su acarreamiento.

#### COLUVIO-ELUVIAL DE VENTAS DE VALPIERRE, (CV1).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por arenas blanquecinas, fundamentalmente de cuarzo y feldespato, y por arcillas limosas de tonos claros. También existen algunos cantos angulosos de naturaleza calcárea.

**Estructura.**— Al ser estos materiales una alteración «in situ» de la Facies Haro, mantienen la estratificación original de ésta, aunque en ocasiones se recubren de una capa de depósitos coluviales cuya longitud de transporte no ha debido de ser muy grande.

**Geotecnia.**— El conjunto puede considerarse como un material impermeable y encharcable. Es ripable y erosionable. En los taludes de excavación a realizar, es conveniente disponer una cuneta al pie que recoja los derrubios producidos. Dichos taludes de excavación no deberían cortarse con ángulos superiores a los 25°, ya que pueden sufrir deslizamientos importantes.

#### TERRAZA BAJA DEL RIO TUERTO, (T1).

**Litología.**— Este grupo está constituido por cantos subredondeados y planares, de naturaleza metamórfica y de tamaño variable, y por una matriz arenosa y bastante arcillosa de color rojizo. La relación entre la matriz y los cantos es del orden de 60%/40%, respectivamente.

**Estructura.**— Al no existir cortes naturales o artificiales del grupo, no es posible definir estructura.

**Geotecnia.**— La terraza presenta en superficie una capacidad portante baja. Es un grupo ripable en su totalidad, y semipermeable. En algunas zonas pueden producirse encharcamientos importantes. No es adecuado como material de préstamo, dado el elevado contenido en elementos finos, que son difícilmente compactables.

#### TERRAZA MEDIA DEL RIO NAJERILLA, (T2).

**Litología.**— Este grupo lo forman un conjunto de gravas subredondeadas, de tamaño variable, y cuya naturaleza es fundamentalmente metamórfica. Junto a las gravas se reconoce una matriz areno-limosa, gris u ocre, en una proporción con respecto a las gravas de un 30% - 40%/70% - 60%, respectivamente.

**Estructura.**— En los pequeños cortes artificiales observados, se ha reconocido una estratificación horizontal, con una cierta gradación de tamaños de clastos, así como una orientación preferente de los mismos.

**Geotecnia.**— Esta terraza presenta una permeabilidad buena en su totalidad, por lo que no se producen encharcamientos. Son materiales ripables, y la capacidad portante es media. Pueden ser utilizables como material de préstamo, aunque el yacimiento presenta una difícil accesibilidad, al disponerse en las zonas elevadas de los cerros.

#### TERRAZA ALTA DEL RIO OJA, (T3).

**Litología.**— Está formada esta terraza por gravas heterométricas, de cuarcita y arenisca principalmente, aunque también existen otras de naturaleza metamórfica, como pizarras y filitas, así como algunos otros cantos esporádicos de calizas. La matriz es arenosa, de color rojizo, y la cementación es carbonatada y blanquecina.

**Estructura.**— Son depósitos que se disponen con carácter masivo, aunque es posible distinguir niveles horizontales, con tamaño de cantos heterométricos, que van formando secuencias granodecrecientes.

**Geotecnia.**— Este nivel de terraza puede ser susceptible de aprovechamiento como material de préstamo, aunque los clastos de mayor tamaño deberán machacarse. Es ripable, aunque con algunas dificultades en las zonas con cementación algo más intensa. La capacidad portante del grupo es de tipo medio, y su permeabilidad es acusada. Los taludes de excavación admiten ángulos subverticales para alturas bajas, aunque pueden llegar a degradarse a medio y largo plazo.

#### ALUVIAL DEL RIO CARDENAS, (A1).

Es en todo semejante al aluvial del río Najerilla, y se describirá en la Zona 8.

#### ALUVIAL DEL RIO CORDOVIN, (A2).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por limos arenosos de tonos rojizos y con algo de arcillas, y por gravas redondeadas y subredondeadas, éstas minoritarias, de cantos silíceos y areniscosos fundamentalmente. La proporción entre matriz y cantos es de 70%/30% aproximadamente.

**Estructura.**— Se presenta este grupo con carácter masivo, no existiendo cortes naturales o artificiales que permitan ver la disposición estructural del mismo.

**Geotecnia.**— Es un grupo que es ripable en su totalidad. La capacidad portante es baja en general. Se erosiona con facilidad, y puede dar lugar a colapsos, si se disponen sobre él estructuras con cimentación superficial. Son materiales impermeables y fácilmente encharcables. No son adecuados como materiales de préstamo, dado el elevado contenido en elementos finos, que además de ser plásticos son difícilmente compactables.

#### DEPOSITOS LAGUNARES DE HERVIAS, (L1).

Se definirán en la Zona 10, dado el mayor número de depósitos en ella.

#### 3.7.5. Grupos geotécnicos

Los grupos que se pueden diferenciar dentro de la Zona 7, atendiendo a sus características geotécnicas, son los que a continuación se indican:

Grupo A: Materiales cuaternarios cohesivos.— Constituyen formaciones impermeables y ripables. Se erosionan con relativa facilidad y pueden ser

colapsables. Poseen una capacidad portante baja y tienen problemas de compactabilidad, derivados de su plasticidad. Se incluyen en este grupo las formaciones C2, CV1 y A2.

Grupo B: Materiales cuaternarios no cohesivos.— Son materiales fundamentalmente granulares, compuestos por gravas de tamaño variable y por una matriz arenosa y limosa y/o arcillosa. Son formaciones semipermeables que pueden utilizarse como préstamo para carreteras. Existen problemas de mantenimiento de los taludes de excavación, ya que se erosionan y degradan con relativa facilidad. A este grupo pertenecen las formaciones D1, C1, T1, T2, T3 y A1.

Grupo D: Materiales detríticos y detrítico-arcillosos.— Este grupo lo componen, bien formaciones en las que alternan tramos areniscosos y tramos limolíticos, o bien depósitos de tipo glacis, en los cuales se encuentran elementos clásticos junto con una matriz areno-limosa o arcillosa. En este último caso existe riesgo de deslizamiento de los taludes, y de erosión del material. Se incluyen aquí las formaciones 321c, 350a y 350b.

Grupo E: Materiales con cierta proporción de yesos.— En este grupo se incluyen aquellas formaciones que, sin ser mayoritario, tienen un cierto contenido en yesos. Se hace necesaria en aquéllas, la utilización de cementos sulforresistentes en las zonas en que se reconozca un elevado contenido en estos sulfatos. En este grupo se pueden producir desplomes en los frentes acantilados, por efecto de la erosión diferencial que crea balmas. También existen problemas de erosión y arrastres de material. Se incluyen aquí las formaciones 321a y 321b.

### 3.7.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Los problemas derivados de la agresividad frente al hormigón, por la existencia de yesos, se pueden producir en las formaciones 321a y 321b. En éstas, además, se pueden originar desprendimientos y desplomes de elevado volumen, aunque de carácter puntual. Estos mismos problemas de inestabilidad se pueden originar en la formación 321c. Por otra parte, los taludes de excavación de esta última formación no podrán cortarse con ángulos superiores a los 35°, ya que pueden sufrir importantes deslizamientos.

Otro tipo de problemas, derivados de la baja capacidad portante, se dan en los grupos C2, CV1, y A2. En éstos además, se pueden producir asientos importantes si se efectúa una cimentación directa superficial.

Problemas de erosión y arrastres de material se producen en aquellos grupos no consolidados, en zonas donde las pendientes naturales o los taludes de excavación presentan una inclinación media. Arrastres de material se producen principalmente en los grupos cuaternarios.

### 3.8. ZONA 8: RIBERA DEL NAJERILLA

#### 3.8.1. Geomorfología




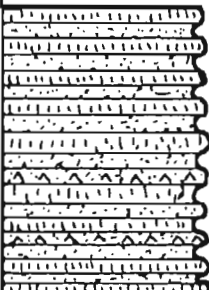
Esta Zona ocupa sendas franjas orientadas de Norte a Sur en los cuadrantes 203-3 y 203-4. También incluye parte de la esquina Noroeste del cuadrante 203-1, correspondiente al aluvial del río Ebro, en las proximidades de Cenicero.

El valle del río Najerilla se va ensanchando desde Baños de Río Tobia, al Sur, en donde la anchura es de 1,5 km, hasta las proximidades de la desembocadura en el río Ebro, al Norte, en donde la anchura es de unos 3 km. Morfológicamente se trata de una llanura aluvial de relieve plano, aunque en el borde Sur de la Zona y en las proximidades de Nájera, en la margen derecha, la llanura se articula con un conjunto de conos de deyección que presentan un perfil transversal convexo. En el resto de la Zona el relieve plano se mantiene, aunque existen algunos ribazos de hasta 10 m de altura, que separan los depósitos aluviales de los de terraza.

#### 3.8.2. Tectónica

En estos materiales, dada su edad relativamente reciente y su no consolidación, no ha quedado registrado ningún efecto tectónico observable.

#### 3.8.3. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA LITOLÓGICA	REFERENCIA GEOTÉCNICA	DESCRIPCIÓN	EDAD
	A1	B	DEPOSITOS DE GRAVAS Y ARENAS	CUATERNARIO
	T1	B	DEPOSITOS DE TERRAZAS FLUVIALES	CUATERNARIO
	D2	A	CONOS DE DEYECCION	CUATERNARIO
	321b	E	ARENISCAS, LIMOS ARCILLOSOS Y YESOS	MIOCENO

ESCALA 1:5000

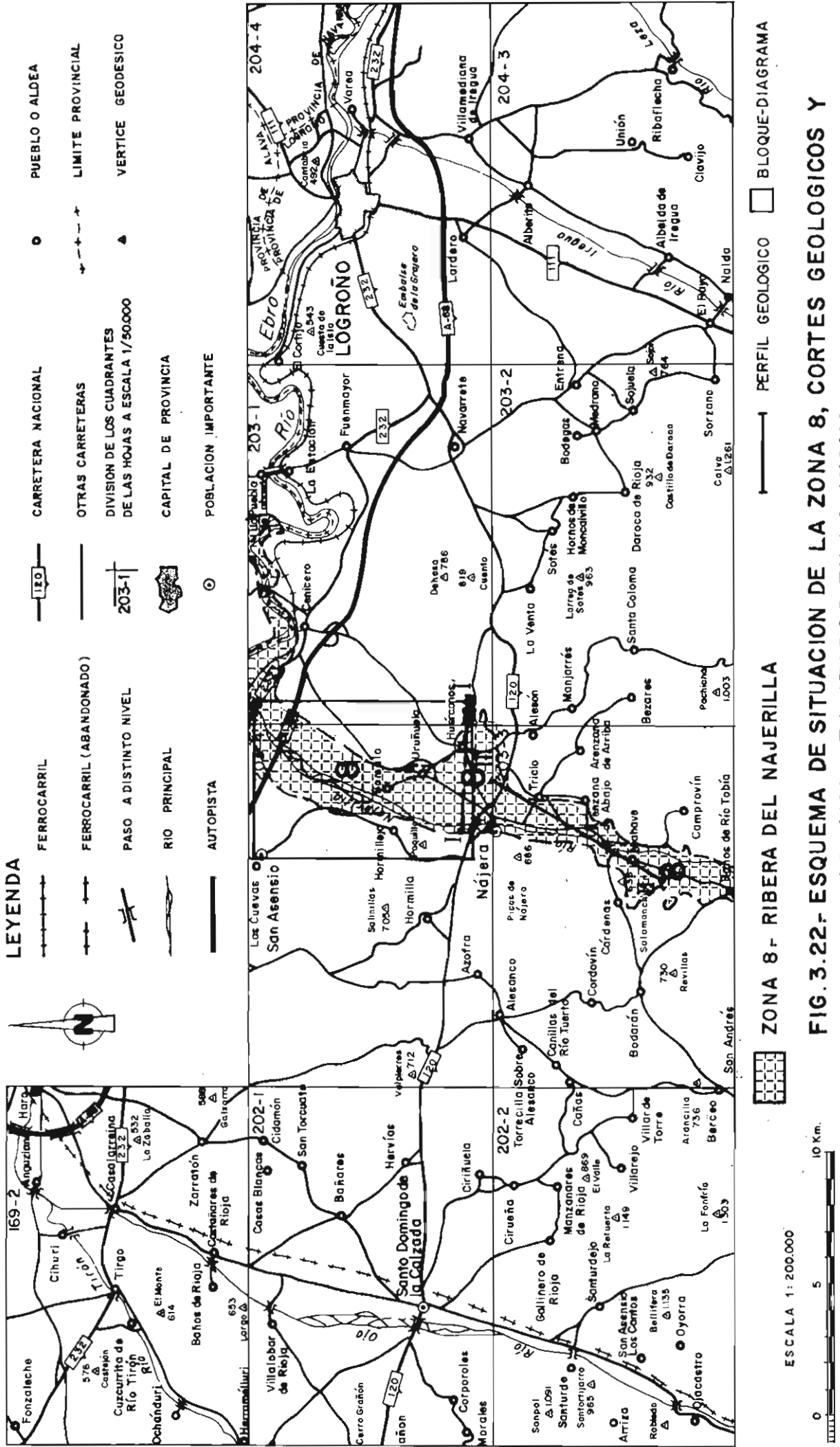
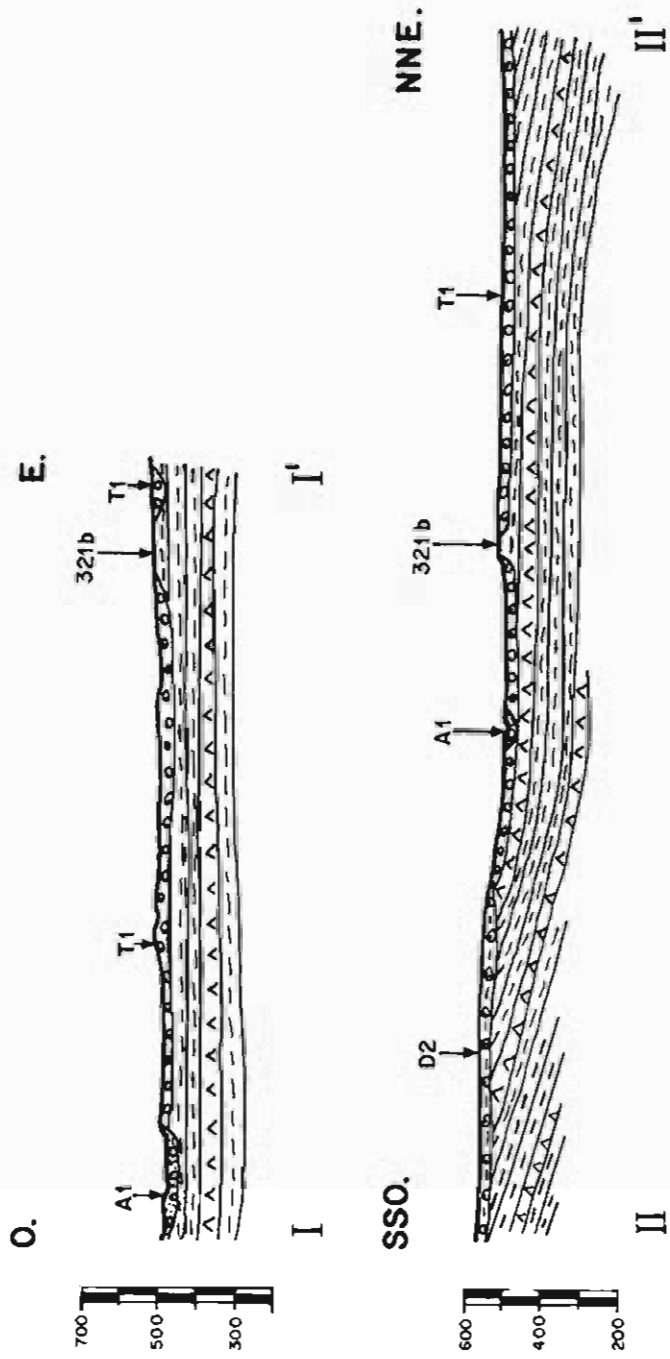


FIG. 3.22.- ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 8, CORTES GEOLOGICOS Y BLOQUE - DIAGRAMA REALIZADOS EN LA MISMA





H : 1/50.000

ESCALAS

V : 1/20.000

FIG.3.23.- CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA 8.

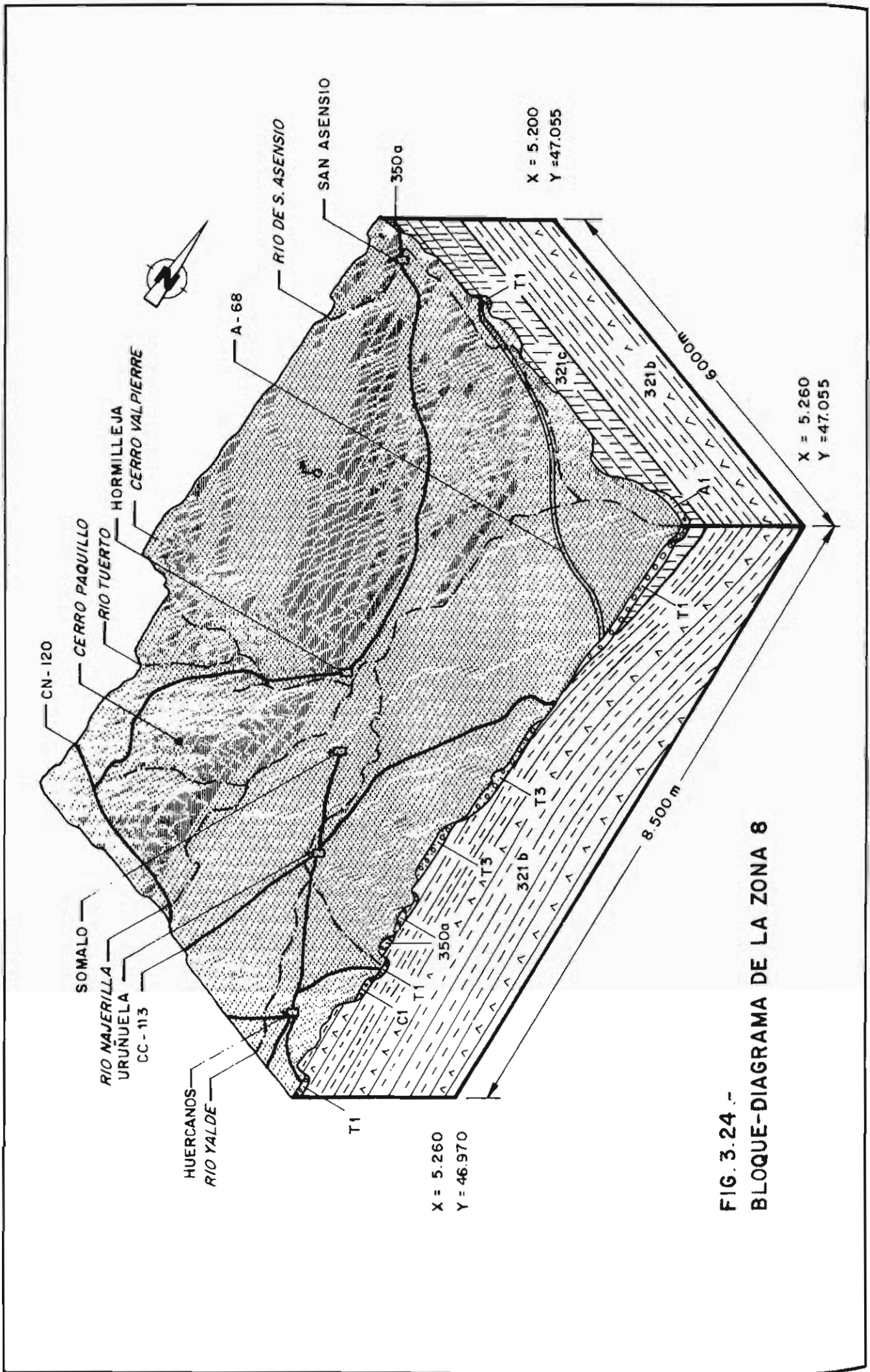


FIG. 3.24 .-  
 BLOQUE-DIAGRAMA DE LA ZONA 8

#### 3.8.4. Grupos litológicos

##### ARENISCAS, LIMOS ARCILLOSOS Y YESOS, (321b).

Se describe este grupo en la Zona 10, dada su mayor importancia en ella.

##### CONOS DE DEYECCION DE BAÑOS DE RIO TOBIA, (D2).

**Litología.**— Este grupo está constituido por unos limos arenosos ocre, y por unas gravas, subangulosas y subredondeadas, de naturaleza metamórfica, y con tamaños variables entre los 3 a 5 cm y los 12 a 15 cm de diámetro medio. La proporción entre matriz y cantos es del orden de 65%/35% respectivamente.

**Estructura.**— Al estar este grupo intensamente removido y aprovechado para cultivos, no es posible definir la estructura del conjunto.

**Geotecnia.**— Estos conos de deyección presentan una capacidad portante baja. Son encharcables en áreas llanas ya que tienen una permeabilidad nula. No son utilizables como préstamo, al tener demasiados finos difícilmente compactables. Se erosionan con facilidad, incluso con pendientes tendidas (10 a 12°).

##### TERRAZA BAJA DEL RIO NAJERILLA, (T1).

**Litología.**— Este grupo está formado por cantos heterométricos y subredondeados, con tamaño máximo de 50 cm de diámetro y de naturaleza metamórfica, y por una matriz arenosa media y fina, y algo arcillosa en algunas áreas. También existen niveles lentejonares de arenas, de hasta 0,5 m de espesor. Los clastos se recubren en ocasiones de una pátina blanquecina de carbonatos.

**Estructura.**— Se puede reconocer una disposición general de unos 3° hacia el SO, de origen sinsedimentario. También se distinguen niveles de hasta 0,5 m de potencia, y cuyo centil en las gravas, es también del orden de 0,5 m. Estos niveles presentan granulometrías diferentes entre sí, con una gradación de tamaños decreciente hacia la parte superior de la secuencia.

**Geotecnia.**— Este grupo tiene una permeabilidad acusada, salvo en áreas concretas donde abundan los materiales arcillosos. Es ripable en su totalidad, y de capacidad portante media. Sus materiales pueden utilizarse como préstamos para núcleos y coronación de terraplenes, eliminando o machacando los clastos de mayor tamaño. Para taludes de excavación de alturas bajas, la inclinación puede ser subvertical, dada la cementación carbonatada que presenta el grupo. No obstante, es probable que se produzca la erosión de los paramentos, por lo cual es conveniente efectuar la construcción de una cuneta al pie de aquellos, que permita recoger los derrubios producidos.

## ALUVIAL DEL RIO NAJERILLA, (A1).

**Litología.**— Este grupo lo componen unas gravas de naturaleza metamórfica, formas subredondeadas a redondeadas, y con un tamaño máximo de hasta 50 cm de diámetro, y una matriz compuesta por limos y arenas medias y finas, en tonos ocre.

**Estructura.**— En el propio cauce del río se distinguen unas barras, tanto centrales como laterales, en las cuales predominan los cantos. También existen áreas llanas, donde abundan más los depósitos de arenas y limos que los de cantos. En la llanura de inundación se reconoce un primer nivel de limos arenosos de hasta 2 m de espesor, por debajo del cual se sitúan los tramos de gravas arenosas.

**Geotecnia.**— Este grupo es ripable en su totalidad al carecer de cementación. La llanura de inundación presenta una baja capacidad portante y además puede llegar a encharcarse, al estar constituida por materiales poco o nada permeables.

Los niveles con gravas pueden ser utilizables como préstamos, eliminando los tamaños mayores. Existirán problemas de agotamiento en las excavaciones realizadas, al estar el nivel freático próximo a la superficie del terreno.

### 3.8.5. Grupos geotécnicos

Atendiendo a las características geotécnicas de las distintas formaciones de la Zona, éstas se pueden agrupar en los grupos siguientes :

**Grupo A:** Materiales cuaternarios cohesivos.— Estos materiales presentan un contenido mayoritario en limos y arcillas, frente a detríticos gruesos como gravas y gravillas. Son depósitos que pueden encharcarse en áreas llanas, y son ripables. En los taludes de excavación se erosionan con facilidad, produciendo gran cantidad de derrubios. Su capacidad portante superficial es baja. Se incluye en este grupo la formación D2.

**Grupo B:** Materiales cuaternarios no cohesivos.— En estos materiales predominan los depósitos clásticos groseros, como son gravas y gravillas, y hay una proporción menor de arenas y limos arcillosos. Todas las formaciones de este grupo son ripables, y pueden ser utilizadas como material de préstamo. Su capacidad portante es media, y son semipermeables. Corresponden a las formaciones T1 y A1.

**Grupo E:** Materiales con una cierta proporción de yesos.— Son formaciones que localmente pueden tener un apreciable contenido en yesos, los cuales atacan al hormigón. Es necesario, por tanto, el empleo de cementos sulforresistentes. En este grupo se incluye la formación 321b, que tiene poca representatividad en la Zona.

### 3.8.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Salvo los problemas de inestabilidad de algunos tramos, y la existencia de posibles arrastres y erosiones en la formación D2, no hay importantes problemas geotécnicos en esta Zona, por lo que resulta adecuada como asiento de vías de comunicación.

### 3.9. ZONA 9: GLACIS DE CAMEROS

#### 3.9.1. Geomorfología

En esta Zona 9 se han incluido además del glacis propiamente dicho de la Sierra de Cameros, los afloramientos mesozoicos del valle del río Leza, aguas arriba de Ribaflecha.

Esta Zona se extiende sobre la mayor parte del cuadrante 203-2, la mitad oriental del cuadrante 203-2, el tercio Sur del cuadrante 204-3, y una reducida extensión al Sur del cuadrante 203-1.

El relieve es abrupto por el Sur, con pendientes ligeramente superiores al 20% y una red de drenaje algo encajada y centrífuga. En la parte media de las laderas, las pendientes se van suavizando hacia abajo hasta ser menores del 10%, aunque los barrancos procedentes del Sur se encajan progresivamente. Más hacia el Norte, se pasa insensiblemente a la morfología de campiña correspondiente a la Zona 10. En el área de Ribaflecha, la morfología es compleja en función de la litología existente. El río Leza y sus barrancos afluentes se encajan profundamente en las arcillas triásicas, dejando los afloramientos carbonatados en las cumbres, aislados y prácticamente inaccesibles.

La profunda e intensa erosión a que se ven sometidos los materiales arcillosos ha producido un relieve en «bad lands», con interfluvios y cuerdas muy marcadas y divisorias agudas.

#### 3.9.2. Tectónica

En esta Zona los esfuerzos tectónicos sufridos por los depósitos mesozoicos son claramente diferentes de los sufridos por los materiales terciarios. La relación de los primeros con los materiales terciarios se establece unas veces mediante una discordancia clara, como la que se observa en Clavijo, y otras, mediante cobijaduras locales, como la reconocida en Ribaflecha, que correspondería a esfuerzos tectónicos y diapíricos, ligados a fallas preexistentes, más o menos verticales.

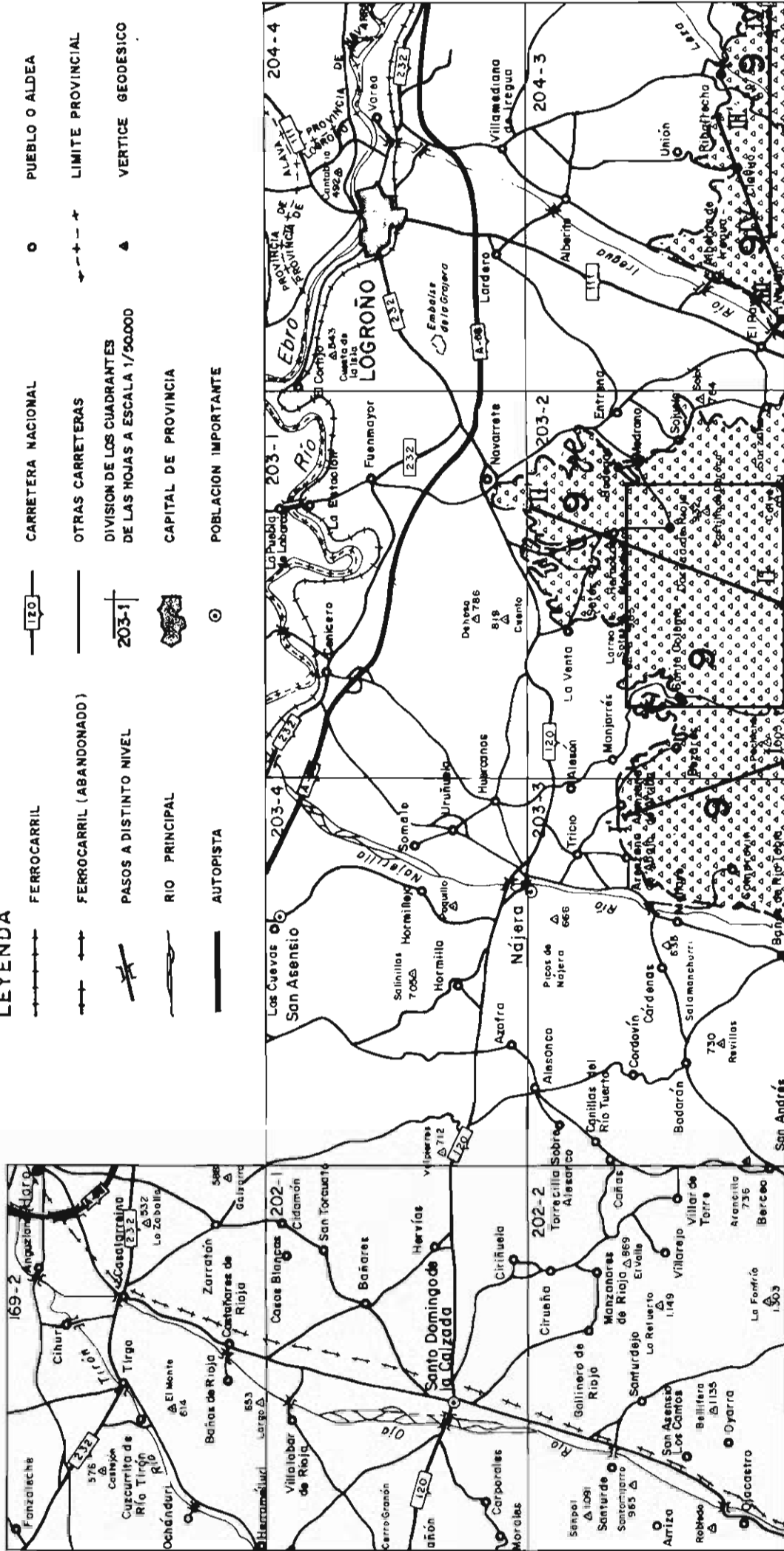
Esta aparente contradicción en cuanto a los contactos con los depósitos terciarios puede explicarse porque la reactivación a finales del Mioceno de las fallas maestras preexistentes, como consecuencia del aumento de espesor y de la carga de los sedimentos terciarios en los surcos sinclinales, no se produjo con la misma intensidad en todos los puntos. De ahí que unas veces se produzcan cabalgamientos y cobijaduras locales, mientras que otras, los depósitos terciarios permanecen inalterables.

Como estructuras importantes cabe mencionar el flanco meridional de un gran anticlinal (correspondiente a los grupos 223b y 223c), localizado en Clavijo, y cuya charnela habría sido rota por los materiales diapíricos del Keuper. Esta estructura se originó en la primera fase de la Orogénesis Alpina, como respuesta a los empujes originados por el levantamiento del zócalo, localizado al Sur de dicha estructura. Dicho levantamiento fue facilitado por dos grandes fallas situadas al sur del Tramo estudiado, y cuyas direcciones son la NE-SO y la NO-SE.

Los materiales terciarios de la Zona reaccionan, frente a los empujes tectónicos y diapíricos de la Sierra de la Demanda, con un ligero plegamiento que no llega a extenderse más allá del sector próximo a los depósitos mesozoicos. El resto de materiales plio-cuaternarios (glacis) y cuaternarios (aluviales y terrazas) no han sufrido trastornos tectónicos, ya que mantienen la disposición subhorizontal original.

# LEYENDA

- FERROCARRIL
- FERROCARRIL (ABANDONADO)
- PASOS A DISTINTO NIVEL
- RIO PRINCIPAL
- AUTOPISTA
- CARRETERA NACIONAL
- OTRAS CARRETERAS
- DIVISION DE LOS CUADRANTES DE LAS HOJAS A ESCALA 1/50.000
- CAPITAL DE PROVINCIA
- POBLACION IMPORTANTE
- PUEBLO O ALDEA
- LIMITE PROVINCIAL
- VERTICE GEODESICO

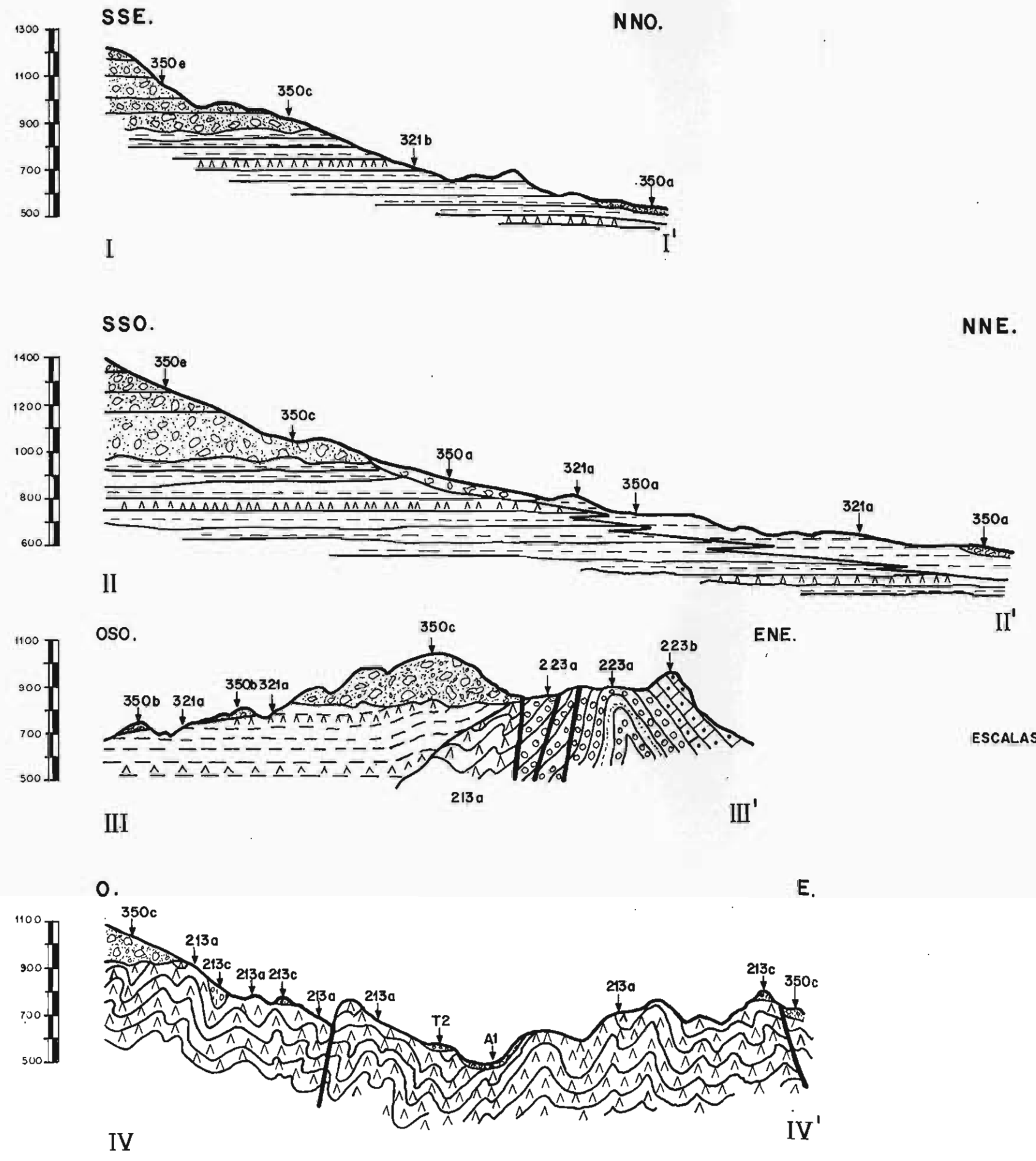


ESCALA 1 : 200.000  
0 5 10 Km.

PERFIL GEOLOGICO BLOQUE-DIAGRAMA

## ZONA 9 - GLACIS DE CAMEROS

FIG. 3.25- ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 9, CORTES GEOLOGICOS Y BLOQUE - DIAGRAMA REALIZADAS EN LA MISMA



ESCALAS H: 1/50.000  
V: 1/20.000

FIG. 3.26.- CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA 9



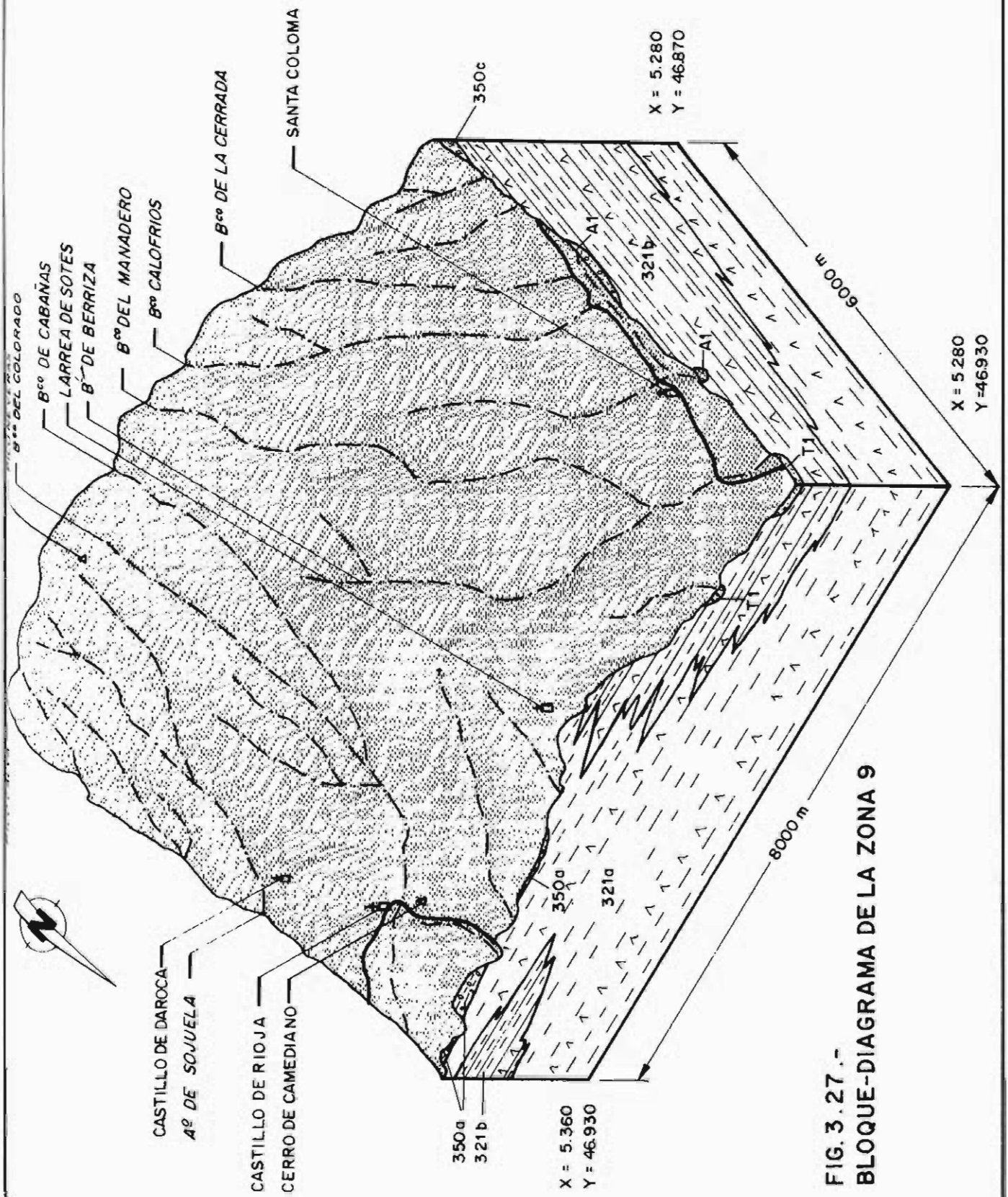


FIG. 3.27 .-  
 BLOQUE-DIAGRAMA DE LA ZONA 9

### 3.9.3. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	A1	B	DEPOSITOS DE GRAVAS Y ARENAS	CUATERNARIO
	T2, T1	B, B	DEPOSITOS DE TERRAZAS FLUV.	CUATERNARIO
	C3	A	GRUPOS COLUVIALES DE GRAVAS ARCILLOSAS CON YESOS	CUATERNARIO
	C2	A	COLUVIALES ARCILLOSOS Y ARENOSOS	CUATERNARIO
	350e	D	CONGLOMERADOS CEMENTADOS	PLIO-CUATERNARIO
	350c	D	GRAVAS SUBREDONDEADAS Y ARCILLAS CREMA	PLIO-CUATERNARIO
	350b	D	CONGLOMERADOS ARENOSOS CEMENTADOS	PLIO-CUATERNARIO
	350a	D	GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS	PLIO-CUATERNARIO
	321b	E	ARENISCAS, LIMOS ARCILLOSOS Y YESOS	MIOCENO
	321a	E	ARCILLAS ROJAS, ARENISCAS Y YESOS	MIOCENO
	223b	F	CALIZAS GRISES	MALM
	223a	D	CONGLOMERADOS, CUARZOARENITAS Y LIMOLITAS	MALM
	213c	F	CARNIOLAS, DOLOMIAS Y CALIZAS DOLOMITICAS	TRIASICO SUPERIOR
	213a	E	YESOS, ARCILLAS Y DOLOMIAS	TRIASICO SUPERIOR

#### 3.9.4. Grupos litológicos

##### YESOS DIAPÍRICOS, ARCILLAS Y DOLOMIAS, (213a).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por yesos de tonos blanquecinos o negruzcos en corte fresco, y de tonos grises cuando se encuentran alterados, y por arcillas limosas, untuosas al tacto en estado seco. Las arcillas son en general de tonos rojos vivos, aunque también pueden existir coloraciones blanquecinas, verdosas y grises.

Dentro del conjunto de yesos puede haber algunas hiladas y capas dolomíticas procedentes de arrastres diapíricos.

**Estructura.**— Este grupo presenta un aspecto caótico como consecuencia de los esfuerzos diapíricos sufridos, que tienen su origen en la masa yesífera, que dan lugar a la rotura de los materiales sobrepuestos, y que producen el arrastre y englobamiento, en su ascensión, de restos de paquetes dolomíticos. En ocasiones los yesos se presentan enormemente replegados y prácticamente sin arcillas rojas, y, otras veces, se disponen estas últimas casi sin bancos de yeso. Este diapirismo triásico se engloba dentro de la tectónica de cabalgamiento general hacia el Norte de la Sierra de la Demanda.

**Geotecnia.**— La capacidad portante de los tramos yesíferos puede considerarse como media, y la de los niveles arcillosos rojizos como baja. El conjunto presenta una permeabilidad acusada, ya que la formación yesífera se encuentra karstificada y tiene algunas dolinas superficiales importantes.



Foto 32.— Grupo 213a. Afloramiento del grupo en la margen derecha del río Leza, cerca de Ribaflecha.

Obviamente deberán emplearse cementos sulforresistentes en todas aquellas estructuras de hormigón que se ejecuten en la formación.

Los taludes de excavación para alturas bajas (menores de 5 m) es recomendable que se rebajen a un máximo de 60°, ya que con alturas mayores se producen actualmente desprendimientos que obstruyen parcialmente la carretera (Ver foto 35). Para alturas mayores conviene dejar una cuneta amplia al pie para recogida de los derrubios, así como disponer una berma cada 4 ó 5 m de altura.

#### CARNIOLAS, DOLOMIAS Y CALIZAS DOLOMITICAS, (213c).

Se ha descrito este grupo en la Zona 3, dada su mayor representatividad en ella.

#### CONGLOMERADOS, CUARZOARENITAS Y LIMOLITAS, (223a).

**Litología.**— Este grupo está formado por sedimentos deltaicos continentales, en Facies Purbeck, del Jurásico Terminal. Los conglomerados tienen cantos heterométricos (de 1 a 10 cm de diámetro), de formas subredondeadas, y son de cuarzo, cuarcita, arenisca y caliza, y una cementación importante de carbonatos. En alternancia con los materiales anteriores, se disponen pequeños bancos de limolitas rojizas algo plásticas.

**Estructura.**— Esta formación se dispone con estructura anticlinal, en las proximidades de la población de Clavijo (Ver foto 33). El flanco sur se presenta

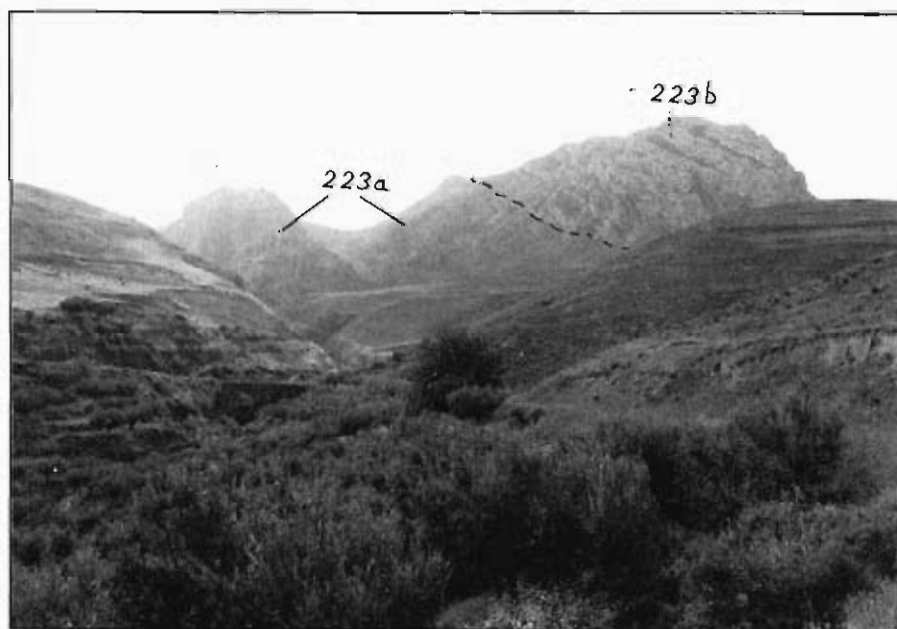


Foto 33.— Grupo 223a. Panorámica del grupo desde la carretera de Ribaflecha a Leza de Río Leza.

con capas muy verticalizadas, mientras que el flanco norte se dispone más tendido.

Los conglomerados y cuarzoarenitas aparecen con una geometría lenticular y espesores medios comprendidos entre los 0,5 y 3 m. El contacto de esta formación con el Terciario se realiza mediante una discordancia angular

Dada la proximidad del Keuper diapírico, pueden originarse, dentro de la propia formación, cobijaduras locales, ligadas a fallas preexistentes, que fueron reactivadas posteriormente durante la Orogenia Alpina.

**Geotecnia.**— Este grupo es utilizable como préstamo, aunque hay que señalar la dificultad de acceso a los posibles frentes. Tiene una capacidad portante elevada, es semipermeable, y no ripable.

En el caso de que esta formación sirva como asiento de una posible carretera, los taludes de excavación a realizar podrán cortarse subverticales en alturas bajas y medias (menores de 20 m), aunque habrá que tener la precaución de sanear los frentes de los elementos desprendibles, los cuales pueden llegar a cortar la futura carretera. Así mismo es muy recomendable la realización de una cuneta amplia al pie del talud para la recogida de derrubios que pudieran producirse a medio y largo plazo.

#### CALIZAS GRISES EN FACIES WEALD, (223b).

Se ha descrito este grupo en la Zona 3, dada su mayor extensión en ella.

#### ARCILLAS ROJAS, ARENISCAS Y YESOS, (321a).

Este grupo se describe en la Zona 10, dada la mayor importancia y extensión en ella.

#### ARENISCAS, LIMOS ARCILLOSOS Y YESOS, (321b).

Se describe este grupo en la Zona 10, dada su mayor representatividad en ella.

#### GRAVAS CUARCITICAS Y ARENAS LIMOSAS, (350a).

Este grupo se ha descrito en la Zona 7, dada su mayor importancia en ella.

#### CONGLOMERADOS, (350b).

Este grupo se ha descrito en la Zona 5, puesto que presenta una mayor extensión en ella.

#### GRAVAS Y ARCILLAS, (350c).

Se ha descrito este grupo en la Zona 4, dada su mayor representatividad en ella.

#### CONGLOMERADOS CEMENTADOS, (350e).

**Litología.**— Este grupo está constituido por conglomerados cementados de color gris claro. Los clastos son cantos subredondeados de naturaleza fundamentalmente silíceo (cuarcitas, areniscas), y la matriz es arenosa. La cementación es muy importante, dando lugar a notables resaltes.

**Estructura.**— Debido al recubrimiento vegetal que presenta, así como al nivel de alteración de la propia formación, no ha sido posible reconocer claramente la estructura general del grupo. Cabe suponer una disposición estratigráfica horizontal o subhorizontal, ya que los pocos afloramientos reconocidos así se disponen.



Foto 34.— Grupo 350e. Aspecto general del grupo, al Sur de Santa Coloma, en el vértice Pachicha de 1.003 m de altitud.

Sí se reconoce, sin embargo, una gradación de tamaños dentro de un mismo banco, así como estratificación cruzada de bajo ángulo, aunque poco marcada.

**Geotecnia.**— Es un conjunto que presenta una capacidad portante alta. Son materiales utilizables como áridos de machaqueo, si bien los posibles frentes de explotación se sitúan en lugares poco accesibles. Son permeables en conjunto. Los taludes naturales estables para alturas bajas y medias pueden llegar hasta los 60°, dada la cementación tan notable que presentan estos conglomerados.

#### COLUVIAL DE MEDRANO, (C2).

**Litología.**— Este grupo lo componen limos arcillosos y algo arenosos, en tonos rojos, y gravas silíceas y metamórficas, subangulosas y heterométricas, incluidas dentro de los limos arcillosos.

Superficialmente presenta un suelo vegetal de poco espesor e intensamente cultivado.

**Estructura.**— Al ser un área enmascarada por los cultivos y roturada por las labores agrícolas, no es posible reconocer la estructura de este coluvial, aunque se supone que debe tener una ligera inclinación hacia las zonas bajas de la ladera.

**Geotecnia.**— Este grupo debe considerarse ripable en su totalidad. Al ser un material impermeable, pueden originarse encharcamientos importantes en áreas llanas. La capacidad portante del grupo es baja, y son materiales fácilmente erosionables y colapsables. Estos depósitos no son adecuados como material de préstamo, ya que poseen demasiados elementos finos que son difícilmente compactables.

#### COLUVIAL DE NAVARRETE, (C3).

**Litología.**— Este grupo está formado por arcillas rojizas con un cierto contenido de arena y algo de yeso en proporción minoritaria. Todo el conjunto procede de la meteorización y erosión de la «Facies Alfaro».

**Estructura.**— Se dispone con una cierta inclinación sinsedimentaria hacia ladera abajo, aunque otras veces se dispone con carácter masivo sin que sea posible reconocer estratificación.

**Geotecnia.**— Este grupo es ripable en su totalidad. Es encharcable en áreas llanas, por lo que deberá prestarse atención especial a la cuestión del drenaje. Es un material fácilmente erosionable, por lo que en caso de tener que realizar taludes de excavación, deberá preverse la construcción de una cuneta al pie de aquéllos. Dado el contenido variable en yeso que presenta, deberán efectuarse análisis químicos para determinar si procede utilizar o no cementos sulfurresistentes. Los taludes de excavación para alturas bajas no se podrán cortar con ángulos superiores a los 25°, ya que son proclives al deslizamiento.

#### TERRAZA BAJA DEL RIO LEZA, (T1).

**Litología.**— Esta terraza está compuesta por gravas heterométricas y subredondeadas, de naturaleza silíceas y metamórfica y, en menor proporción, carbonatada, y por una matriz arenosa media y fina, algo arcillosa y limosa.

**Estructura.**— Se dispone este grupo con estratificación horizontal. Existen intercalaciones de niveles arenosos sin gravas, así como granoclasificaciones de clastos y orientación de los mismos.

**Geotecnia.**— Se considera adecuado como material de préstamo, retirando o machacando los cantos que tengan un tamaño excesivo. Son materiales ripables en su totalidad y de capacidad portante media. Son muy permeables y presentan un nivel freático próximo a la superficie. Los taludes de excavación de altura baja pueden cortarse subverticales, aunque se degradan con el tiempo.

#### TERRAZA MEDIA DEL RIO LEZA, (T2).

**Litología.**— Constituye este grupo un conjunto de gravas silíceas y de naturaleza metamórfica, de formas subangulosas a subredondeadas, heterométricas, y una matriz arenosa o limosa, ocre o rojiza, y algo arcillosa.

**Estructura.**— La disposición estructural es subhorizontal, en capas de unos 0,5 m de espesor, que pueden contener lentejones arenosos sin gravas.

**Geotecnia.**— Los depósitos de gravas y arenas de esta terraza pueden ser utilizables como material de préstamo. Son sedimentos ripables con facilidad, y de una permeabilidad excelente. Su capacidad portante es media. Los taludes de excavación pueden cortarse subverticales para alturas bajas, aunque sufren una degradación con el tiempo, por lo que es conveniente dejar una cuneta amplia para recogida de derrubios.

#### ALUVIAL DEL RIO YALDE, (A1).

**Litología.**— Este aluvial está formado por gravas heterométricas, redondeadas y subredondeadas, de naturaleza metamórfica y, en menor proporción, carbonatada, y por una matriz areno-limosa de color rojizo.

**Estructura.**— La disposición estructural debe ser horizontal, aunque no se reconocen cortes naturales o artificiales. Sí se distinguen, en cambio, barras centrales y laterales con una mayor proporción de cantos, dispuestas en el cauce mayor del río.

**Geotecnia.**— Este grupo es ripable en su conjunto. Es permeable, y utilizable como préstamo eliminando los cantos que tengan un tamaño inadecuado. Puede presentar un cierto contenido de sulfatos disueltos, por lo que puede ser necesario el uso de cementos sulforresistentes en las obras de fábrica a realizar sobre este grupo.



### 3.9.5. Grupos geotécnicos

De acuerdo con las características geotécnicas de los materiales de esta Zona, éstos pueden agruparse en los siguientes grupos:

Grupo A: Materiales cuaternarios cohesivos. - Están compuestos por arcillas y limos y, minoritariamente, por gravas y gravillas redondeadas. Son depósitos en los que la capacidad portante es baja. Se encharcan con facilidad en áreas llanas al ser impermeables. Son ripables. No son adecuados como préstamos ya que son difícilmente compactables. A este grupo pertenecen las formaciones C2 y C3.

Grupo B: Materiales cuaternarios no cohesivos.— Son depósitos de naturaleza fundamentalmente granular, formados por gravas, gravillas y arenas, aunque pueden contener algo de limos o arcillas. Son materiales permeables y de capacidad portante media. En algunas formaciones se pueden originar problemas de inundaciones. Se erosionan con relativa facilidad y pueden ser adecuados como material de préstamo. En este grupo se incluyen las formaciones T1, T2 y A1.

Grupo D: Materiales detríticos y detrítico-arcillosos.— Son materiales de naturaleza fundamentalmente granular, aunque pueden tener un cierto contenido en elementos finos. Las formaciones pueden presentar una intensa cementación o carecer de ella. Pueden dar lugar a deslizamientos o desprendimientos, aunque de carácter local. Son en general materiales permeables, y pueden ser utilizables como préstamo. Corresponden a este grupo las formaciones 223a, 350a, 350b, 350c y 350e.

Grupo E: Materiales con una cierta proporción de yesos.— Se incluyen aquí tanto las formaciones triásicas como las terciarias. Las primeras están compuestas casi exclusivamente por yesos, mientras las segundas intercalan hiladas de éstos dentro de bancos areniscosos y limolíticos. En general presentan procesos de inestabilidad de taludes. Algunas formaciones se presentan intensamente karstificadas. Es necesario el empleo de cementos sulforresistentes. Son alterables y meteorizables a medio plazo. Corresponden a las formaciones 213a, 321a y 321b.

Grupo F: Formaciones rocosas fundamentalmente calcáreas y dolomíticas.— Son materiales no ripables, con posibilidad de desprendimientos y deslizamientos planos de carácter local. En ocasiones se presentan con una intensa karstificación. En este grupo se incluyen las formaciones 213c y 223b.

### 3.9.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Uno de los problemas que presenta esta Zona viene determinado por la presencia de yesos en algunas formaciones, en las cuales será necesaria la utilización de cementos sulforresistentes. Además dentro de estas formaciones pueden existir áreas intensamente karstificadas, que pueden favorecer la creación de inestabilidades.

En los grupos 213c y 223b se pueden originar desprendimientos y desplomes en áreas acantiladas, que pueden removilizar gran cantidad de material. Localmente, y si el buzamiento es desfavorable con respecto a la dirección de la carretera, se pueden producir deslizamientos planos a favor de la estratificación.



Foto 35.— Grupo 213a. Desprendimientos en yesos, favorecidos por la karstificación. Carretera de Ribaflecha a Leza de Río Leza.

En los grupos cuaternarios cohesivos se pueden producir importantes aterramientos de las carreteras, ya que estas formaciones poseen un alto grado de erosionabilidad. Así mismo, los taludes de excavación tallados sobre estos grupos no podrán tener una pendiente mayor de  $20^\circ$ , ya que son proclives al deslizamiento. Estos mismos problemas se pueden producir en el grupo 350a.

Otros problemas son los derivados de la baja capacidad portante de los materiales, que inducirán a corto plazo, si no se toman medidas adecuadas, asientos diferenciales no deseados. Esta cuestión afectará sobre todo, a los depósitos cuaternarios así como a los recubrimientos importantes que están dispuestos sobre las distintas formaciones.

### 3.10. ZONA 10: CAMPIÑA DE VILLAMEDIANA-FUENMAYOR

#### 3.10.1. Geomorfología

Esta Zona comprende casi todo el cuadrante 203-1, los bordes oriental y noroccidental del cuadrante 203-2, el cuadrante 204-3 a uno y otro lado de la llanura aluvial del río Iregua, buena parte del cuadrante 204-4, a excepción de la llanura del río Ebro y del río Iregua, y unas pequeñas áreas orientales de los cuadrantes 203-3 y 203-4.

La Zona se presenta con un relieve alomado, en el que las pendientes suaves, las cimas redondeadas, los interfluvios difusos y las formas onduladas son predominantes. Es de destacar la gran acumulación de derrubios coluviales y de pie de monte que existe en la Zona, dada la facilidad con que la mayor parte de los materiales, pertenecientes a la «Facies Alfaro», se erosionan.

Existen, aunque de manera aislada, algunos cerros con relieve en mesa. Estas formas se producen cuando en la parte superior de los cerros hay niveles horizontales de glacis o terraza que protegen de la erosión a los materiales subyacentes.













También es posible reconocer amplias zonas, más o menos llanas o con una ligera pendiente, que corresponden a depósitos de terraza o glacis, en las que no ha progresado suficientemente la erosión como para dejar al descubierto los materiales terciarios infrayacentes.

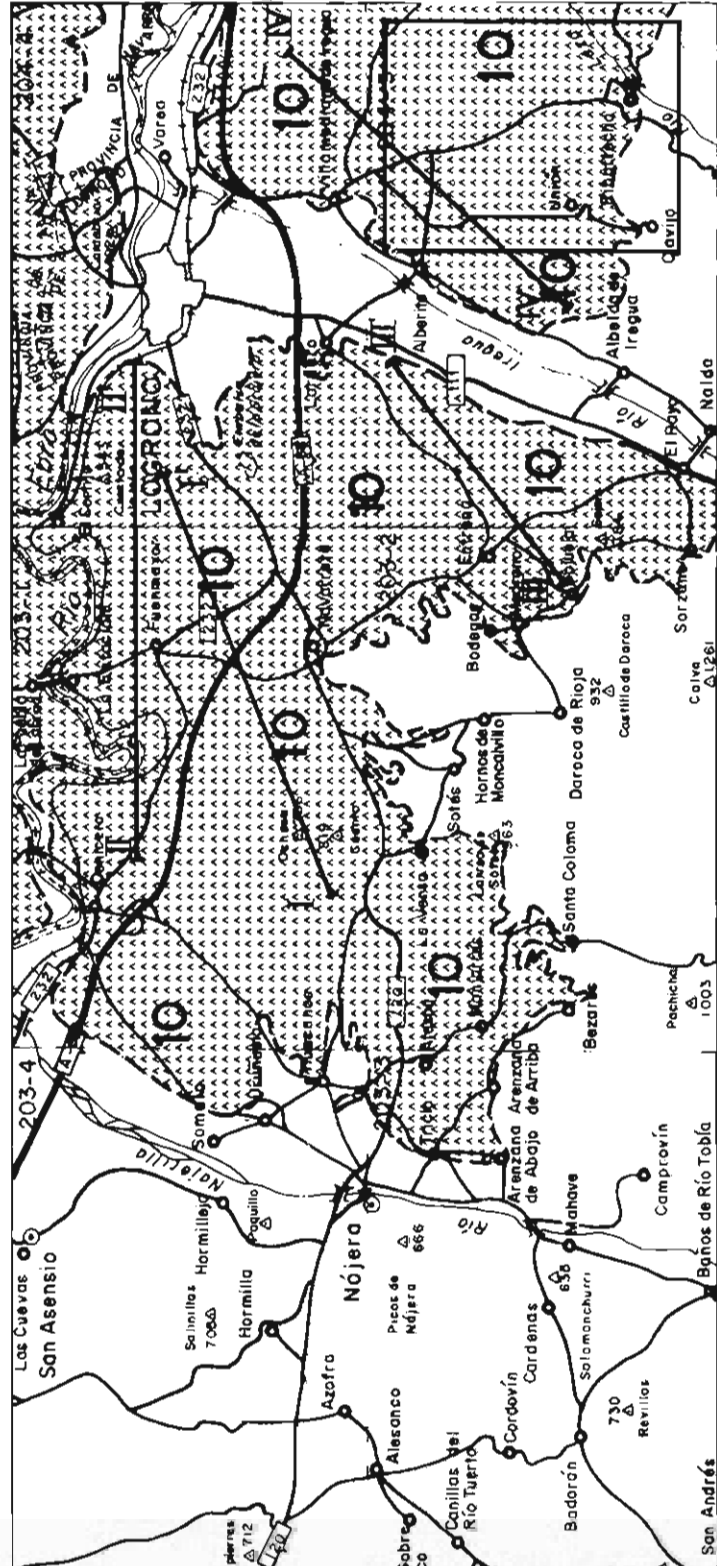
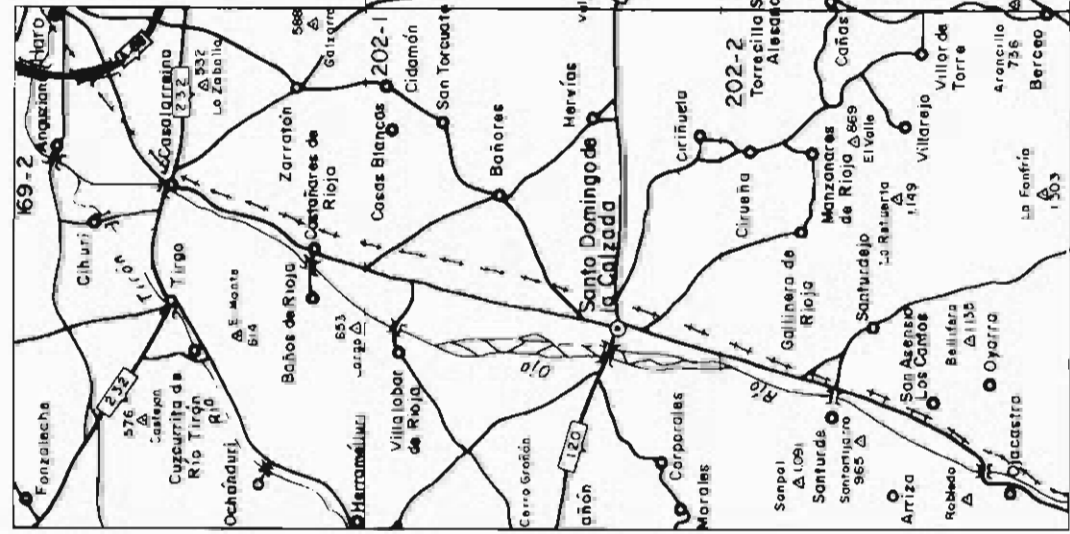
#### 3.10.2. Tectónica

Los esfuerzos tectónicos sufridos por los materiales de la Zona sólo se han dejado sentir en las proximidades de la Sierra de Cameros. Las últimas pulsaciones postmiocenas se han traducido, como consecuencia del levantamiento del zócalo de la Sierra de la Demanda, en un plegamiento de las series que se encuentran en las proximidades del contacto con la Sierra. En el resto de la Zona los buzamientos son prácticamente horizontales, aunque se ha reconocido un cierto plegamiento muy laxo y amplio de las capas terciarias, cuyas causas deben buscarse en los procesos halocinéticos de los yesos y sales suprayacentes, que se localizan sobre todo hacia el borde Noreste de la Zona.

Por otra parte, los depósitos más recientes (glacis, terrazas y aluviales, entre otros) no han sufrido esfuerzos tectónicos, o, al menos, éstos no han quedado reflejados en los sedimentos.

**LEYENDA**


-  FERROCARRIL
-  FERROCARRIL (ABANDONADO)
-  PASO A DISTINTO NIVEL
-  RIO PRINCIPAL
-  AUTOPISTA
-  CARRETERA NACIONAL
-  OTRAS CARRETERAS
-  VERTICE GEODESICO
-  CAPITAL DE PROVINCIA
-  POBLACION IMPORTANTE
-  LIMITE PROVINCIAL
-  PUEBLO O ALDEA




 BLOQUE-DIAGRAMA

ESCALA = 1:200,000



 PERFIL GEOLOGICO

 ZONA 10 - CAMPIÑA DE VILLAMEDIANA - FUENMAYOR

**FIG.3.28.- ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 10, CORTES GEOLOGICOS Y BLOQUE - DIAGRAMA REALIZADOS EN LA MISMA**

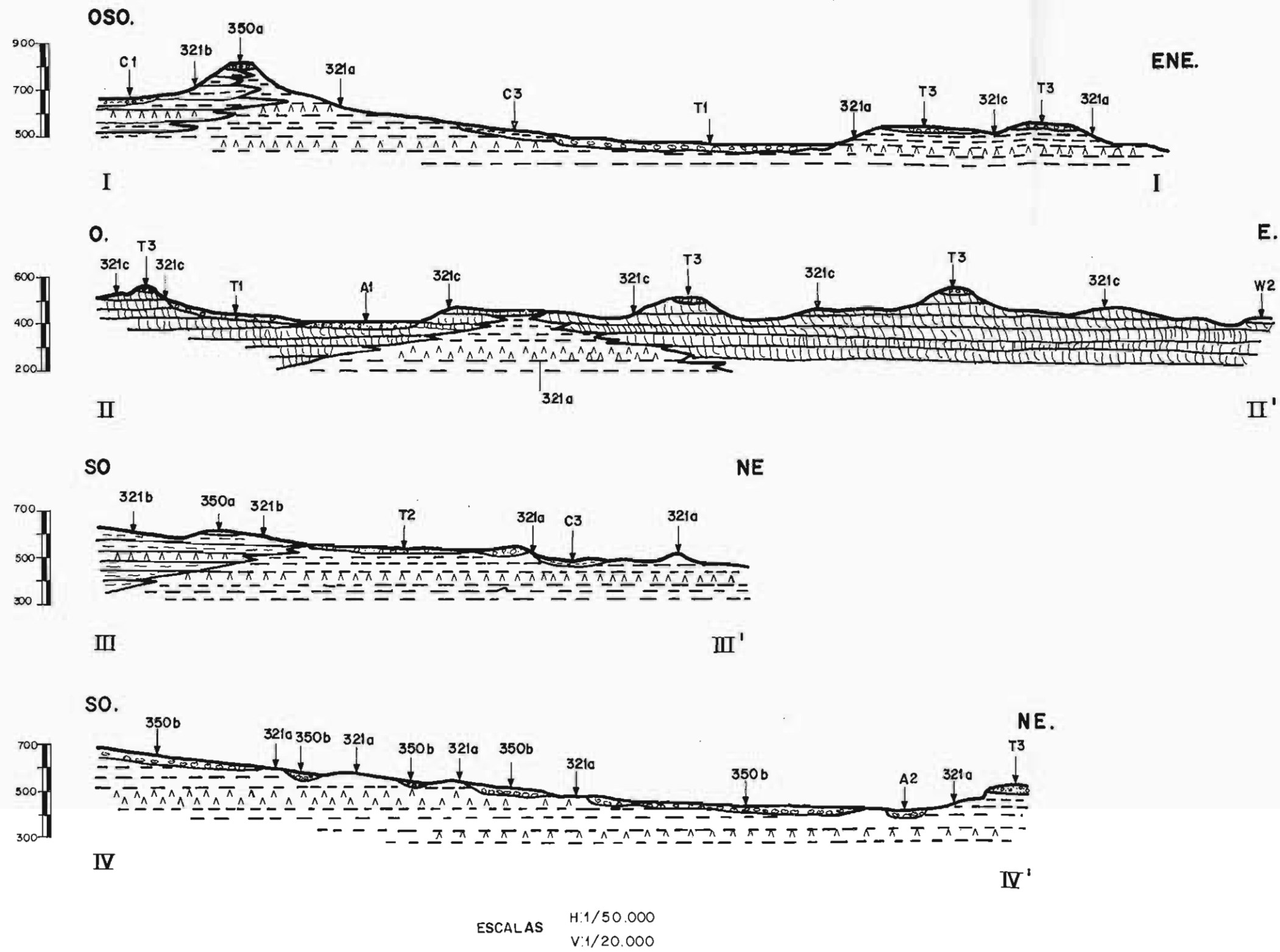


FIG.3.29- CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA 10

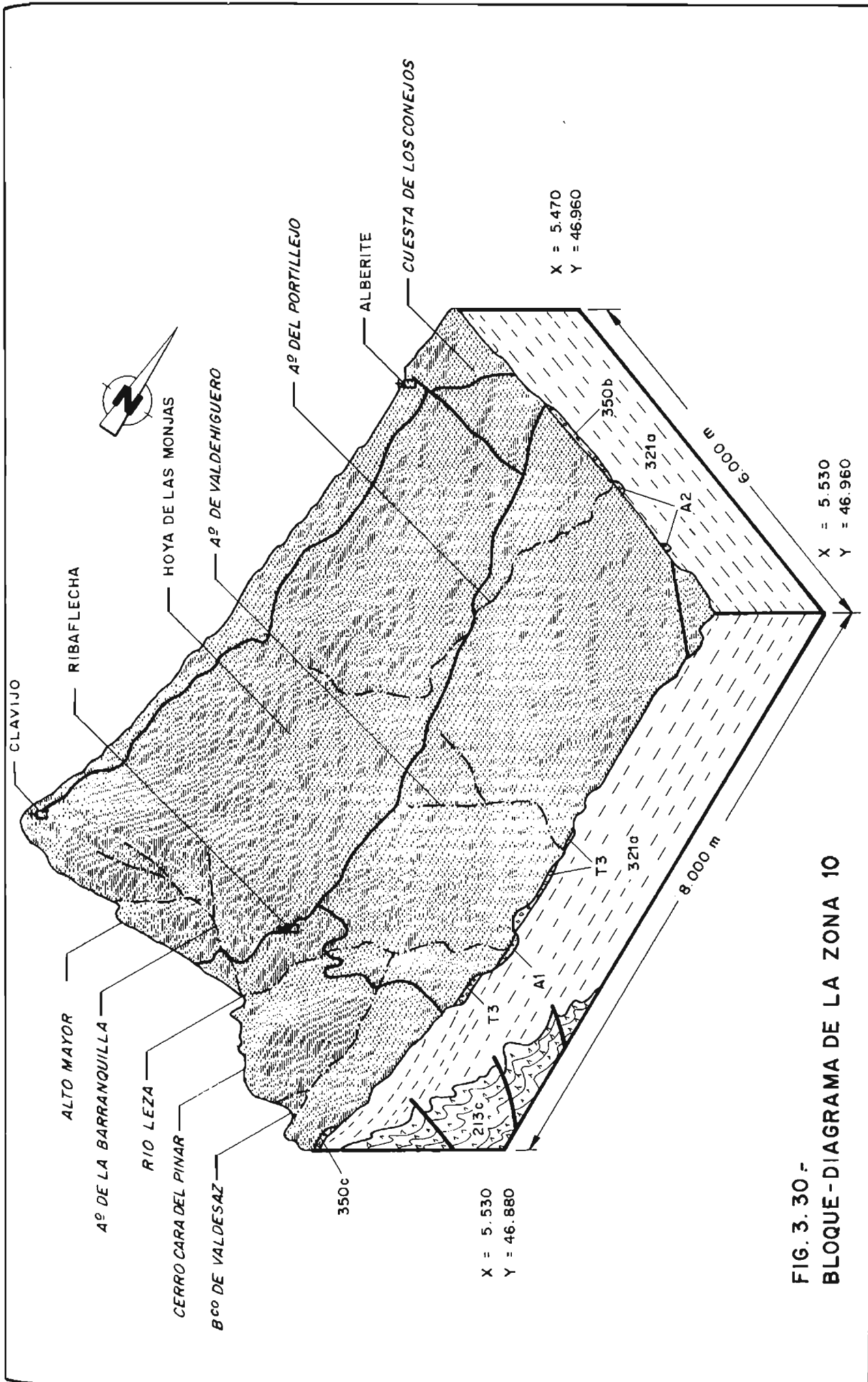

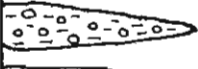



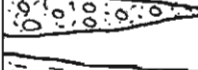
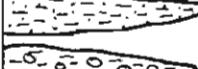
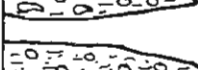
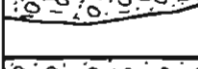
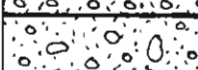
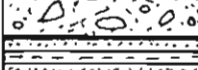
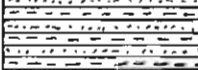

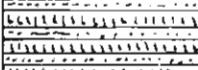


FIG. 3. 30 -  
BLOQUE-DIAGRAMA DE LA ZONA 10

### 3.10.3. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	W1	B	DEPOSITOS ANTROPICOS	CUATERNARIO
	L1	A	DEPOSITOS LAGUNARES	CUATERNARIO
	A2	A	DEPOSITOS ALUVIALES DE ARENAS, LIMOS Y GRAVAS	CUATERNARIO
	A1	B	DEPOSITOS DE GRAVAS Y ARENAS	CUATERNARIO
	T3, T2, T1	B, B, B	DEPOSITOS DE TERRAZAS FLUVIALES	CUATERNARIO
	C3	A	GRUPOS COLUVIALES DE GRAVAS ARCILLOSAS CON YESOS	CUATERNARIO
	C2	A	COLUVIALES ARCILLOSOS Y ARENOSOS	CUATERNARIO
	C1	B	COLUVIALES DE GRAVAS Y ARCILLAS	CUATERNARIO
	D1	B	CONOS DE DEYECCION	CUATERNARIO
	350b	D	CONGLOMERADOS ARENOSOS CEMENTADOS	PLIO-CUATERNARIO
	350a	D	GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS	PLIO-CUATERNARIO
	321c	D	ARENISCAS BLANQUECINAS Y LIMOS ARCILLOSOS	MIOCENO
	321b	E	ARENISCAS, LIMOS ARCILLOSOS Y YESOS	MIOCENO
	321a	E	ARCILLAS ROJAS, ARENISCAS Y YESOS	MIOCENO

ESCALA 1:5000

#### 3.10.4. Grupos litológicos

##### ARCILLAS ROJAS, ARENISCAS Y YESOS, (321a).

**Litología.**— Este grupo litológico corresponde a la denominada «Facies Alfaro», que algunos autores consideran como los términos más arcillosos de la «Facies Nájera».

Está compuesto este grupo por arcillas limosas rojas, que en ocasiones se presentan con tonos grises o pardos, y por bancos minoritarios de areniscas rojas. Dentro del conjunto se encuentran hiladas de yeso blanquecino, o bien gruesos paquetes yesíferos de hasta 0,5 m de espesor, como ocurre en el área de Ribaflecha.

En las áreas más próximas a la Sierra de la Demanda, la formación se enriquece en bancos areniscosos, mientras que en las áreas más alejadas de aquélla, el grupo se vuelve progresivamente más arcilloso.

**Estructura.**— Los materiales de este grupo presentan en general una disposición más o menos horizontal, con buzamientos máximos que no sobrepasan los 10°. Hay que exceptuar las áreas próximas al cabalgamiento de la Sierra de la Demanda, en donde pueden presentar inclinaciones importantes, como consecuencia de los empujes tectónicos de dicha Sierra sobre esta formación.

Dentro de los bancos areniscosos es posible diferenciar estratificaciones cruzadas. En los tramos arcillosos se puede reconocer una laminación paralela. La erosión diferencial en los niveles arcillosos da lugar a balmas y, por tanto, a cornisas que pueden, en ocasiones, desprenderse y caer.



Foto 36.— Grupo 321a. Detalle de la «Facies Alfaro» en el P.K. 37 de la carretera nacional 120. Obsérvense las hiladas blanquecinas de yeso.



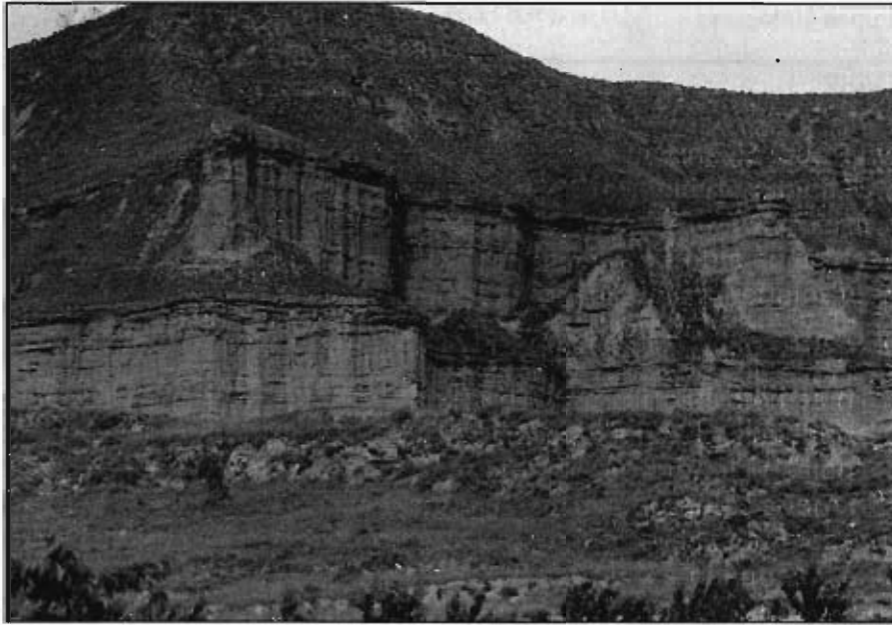


Foto 37.— Grupo 321a. Escarpe de gran altura en los materiales de la «Facies Alfaro» en la margen derecha del río Iregua, en las proximidades de Albelda de Iregua.

Existen algunas diaclasas que se disponen oblicuamente a la estratificación o bien perpendiculares a ésta, y que a veces se presentan rellenas de yeso.

**Geotecnia.**— En conjunto es un material ripable, excepto en algunos tramos areniscosos, en los cuales es posible que sea necesaria la utilización de martillo neumático para excavarlos. La capacidad portante es baja en las arcillas y media en los tramos areniscosos. Es necesaria la utilización de cementos sulfurresistentes en las obras de hormigón que se ejecuten en esta formación. En general son materiales impermeables y encharcables, por lo que deberán cuidarse especialmente los aspectos referentes a la cuestión del drenaje.

En los tramos más arcillosos, los taludes de excavación no deberían sobrepasar los 25° de inclinación en alturas bajas, ya que son proclives al deslizamiento. En taludes de mayor altura, y manteniendo la inclinación antedicha, es recomendable disponer una cuneta al pie, para la recogida de derrubios, así como intermediar los taludes con bermas cada 4 ó 5 m de altura.

Los taludes en zonas en que exista una alternancia de materiales arcillosos y areniscosos se podrán cortar subverticales, sin más que dejar una cuneta amplia al pie para recogida de los derrubios que a largo plazo se producirán.

#### ARENISCAS, LIMOS ARCILLOSOS Y YESOS. (321b).

**Litología.**— Este grupo litológico corresponde a la denominada «Facies Nájera». Está compuesto por bancos de areniscas de tonos rojizos característicos, y por niveles de limos arcillosos, untuosos al tacto en seco y plásticos



Foto 38.— Grupo 321b. Aspecto parcial de la «Facies Nájera» en Nájera. Los bancos areniscosos presentan resalte. Nótese un deslizamiento en primer plano.

cuando se encuentran mojados. También existen pequeños niveles de yeso fibroso de escaso espesor (menor de 10 cm). En zonas próximas a las Sierras de la Demanda y Cameros se reconocen bancos de microconglomerados, que son debidos a la existencia de una mayor energía en el medio de deposición y a la mayor proximidad del área madre.

**Estructura.**— A nivel general, puede hablarse en esta formación de una estratificación subhorizontal. No obstante, tanto en la parte meridional del grupo, cerca de la Sierra de Cameros, como al Norte de la población de Nájera, se observan buzamientos destacables, de hasta  $25^\circ$  al Norte. Estas flexuras pueden ser explicadas por la existencia de una serie de fallas inversas preexistentes, de dirección Este-Oeste, producidas como consecuencia de los empujes tectónicos hacia el Norte de las Sierras de la Demanda y de Cameros, y que, posteriormente, y por efecto de la subsidencia de la cuenca, funcionaron con carácter normal.

Asociadas a estas fallas principales parecen existir otras (sintéticas principalmente) que probablemente son las causantes de los buzamientos anómalos (hacia el Sur), detectados en la formación.

Dentro de la propia formación también se han reconocido algunas fallas normales, de desarrollo reducido y de salto decamétrico.

La erosión diferencial sufrida, mayor en los tramos limo-arcillosos, da lugar a la creación de balmas y cornisas, que son potencialmente inestables y que pueden llegar a desprenderse. Existen, por otra parte, algunas diaclasas subverticales, en general abiertas y sin rellenos, que favorecen los potenciales desprendimientos.



Foto 39.— Grupo 321b. Detalle del buzamiento de las capas hacia el Norte, en las proximidades de la Sierra de Cameros.

**Geotecnia.**— Esta formación tiene en conjunto una ripabilidad marginal, con algunos tramos no ripables, sobre todo en el caso de los bancos areniscos y conglomeráticos potentes. Los materiales pueden ser utilizables para núcleo y coronación de terraplenes. Son en general semipermeables, de alta capacidad portante las areniscas, y baja en el caso de los paquetes limo-arcillosos.

Dada la existencia de yesos en este grupo, se hace necesaria la utilización de cementos sulforresistentes en las obras de fábrica que se ejecuten.

En el caso de realizar excavaciones en la formación, éstas se podrán cortar subverticales para alturas bajas, pero habrá que reconocer previamente los materiales y sus estructuras para ver si existen diaclasas que pudieran arruinar el talud. Los taludes de mayor altura también se podrán cortar subverticales, pero convendrá disponer bermas cada 4 ó 6 m de altura, y sanear los paramentos de aquellos elementos desprendibles que pudieran existir. En todos los casos es conveniente construir una cuneta al pie de los taludes, para la recogida de los derrubios que con el tiempo se producirán.

#### ARENISCAS BLANQUECINAS Y LIMOS ARCILLOSOS, (321c).

Se ha descrito este grupo en la Zona 5, dada su mayor extensión en ella.

#### GRAVAS CUARCITICAS Y ARENAS LIMOSAS, (350a).

Este grupo se ha descrito en la Zona 7, dada su mayor representatividad en ella.

#### CONGLOMERADOS, (350b).

Este grupo se ha descrito en la Zona 5, dada su mayor importancia en ella.

#### CONOS DE DEYECCION DEL RIO YALDE, (D1).

**Litología.**— Este grupo está formado por gravas poligénicas, subangulosas, de naturaleza metamórfica, con tamaño máximo de hasta 40 cm y medio de 10 a 15 cm de diámetro, y por una matriz arenosa fina y media, que representa una proporción del 30% sobre el volumen total.

**Estructura.**— Estos materiales se disponen con una cierta inclinación sin-sedimentaria, que nunca sobrepasa los 12° a 15° de pendiente. Existe una cierta alternancia entre niveles con clastos gruesos y otros con tamaños de cantos algo menores.

**Geotecnia.**— Este grupo puede considerarse como ripable en su totalidad al no presentar cementación. La capacidad portante es de tipo medio. Los depósitos de este grupo se pueden utilizar como material de préstamo, eliminando tamaños inadecuados de mayor diámetro. Son materiales muy permeables. Los taludes de excavación se degradan y erosionan fácilmente a corto plazo, por lo que es necesario la construcción de una cuneta para la recogida de los derrubios que se produzcan.

#### COLUVIAL DE HUERCANOS, (C1).

Este coluvial es en todo similar a los Coluviales de Hormilla, (C1), descritos en la Zona 7.

#### COLUVIAL DE CENICERO, (C2).

Este grupo es semejante al Coluvial de San Asensio, ya descrito en la Zona 7.

#### COLUVIAL DE LARDERO, (C3).

Este grupo es igual al Coluvial de Navarrete, (C3), descrito en la Zona 9.

#### TERRAZA BAJA DEL RIO EBRO, (T1).

**Litología.**— Esta terraza está constituida por cantos heterométricos, de naturaleza silíceo (cuarcitas y areniscas), y por una matriz limo-arenosa de color pardo o verdoso. La relación entre esqueleto y matriz es del 60%/40%. Sin embargo, en algunas zonas esta relación puede ser del 30%/70%.

**Estructura.**— En este grupo no se puede reconocer su estructura, ya que son áreas intensamente cultivadas, en donde es muy difícil encontrar un corte natural del terreno que sirva para reconocer la disposición de los materiales.

**Geotecnia.**— Es un material ripable, permeable, de capacidad portante baja, y utilizable como préstamo. Admite taludes de excavación de hasta 60°, siempre que éstos sean temporales, ya que a medio y largo plazo sufren una progresiva degradación.

#### TERRAZA MEDIA DEL RIO EBRO, (T2).

**Litología.**— Este grupo corresponde a la terraza media del río Ebro, que está compuesta por gravas redondeadas y subredondeadas, heterométricas, de cuarcitas y de rocas metamórficas principalmente, y por una matriz arenosa fina y limosa, de tonos grises o pardos. Dentro del conjunto son predominantes las gravillas, con tamaños entre 1 y 3 cm de diámetro.



Foto 40.— Grupo T2. Corte vertical de la terraza, a 1 km al Norte de Logroño, en la carretera de Oyón.

**Estructura.**— En general presenta una estructura masiva, aunque en ocasiones puede distinguirse una granoselección positiva, estratificación cruzada y orientación de cantos. La relación entre esqueleto y matriz es del 50%/50%, aunque puede variar en áreas concretas.

**Geotecnia.**— Es un material que posee una capacidad portante de tipo medio. Es utilizable como préstamo para núcleo y coronación de terraplenes y, probablemente, para explanadas, haciendo una selección previa de tamaños. La permeabilidad es acusada. En conjunto, es ripable. Los taludes temporales, cortados verticalmente, se degradan progresivamente, por lo que es conveniente no sobrepasar los 30° de inclinación en el caso de que los taludes sean definitivos.

#### TERRAZA ALTA DEL RIO LEZA, (T3).

**Litología.**— Este grupo está constituido por gravas heterométricas de material metamórfico (cuarcitas y areniscas, entre otros), y por una matriz arenolimsa. Existen también niveles potentes con cementación carbonatada, y otros, de arenas finas, intercalados dentro de las gravas.

Los tamaños de los cantos varían desde algunos centímetros hasta pocos decímetros, siendo el centil 50 cm. La proporción de esqueleto/matriz está comprendida entre 75%/25% y 60%/40%, respectivamente.



Foto 41.— Grupo T3. Corte artificial de la terraza, en el que se reconocen los niveles blanquecinos de exudación superiores y las intercalaciones arenosas finas. Esta terraza se sitúa a 1 km al SE de Ribaflecha.

**Estructura.**— En general la disposición de los materiales se presenta de forma masiva. Sin embargo, en los escasos cortes naturales reconocidos se han detectado cantos imbricados, granoselección positiva y un cierto predominio de niveles de exudación a una cierta profundidad. También se reconocen, en ocasiones, unas alternancias de niveles de arenas limosas de tonos ocre, que marcan una disposición horizontal.

**Geotecnia.**— El conjunto es ripable, tiene capacidad portante baja y es utilizable como préstamo, al menos para el núcleo de los terraplenes. Pueden admitirse taludes de excavación subverticales para alturas bajas (menores de 5 m), aunque es conveniente disponer una cuneta al pie para recogida de los posibles desprendimientos que pudieran producirse.

#### ALUVIAL DEL RIO EBRO, (A1).

**Litología.**— Este aluvial está formado por gravas redondeadas y subredondeadas, de naturaleza metamórfica, y tamaños variables, desde gravillas a bloques de hasta 40 cm de diámetro, y por una matriz arenosa gruesa y media.

**Estructura.**— Este grupo presenta en general una estructura masiva, sin poder distinguir estratificación.

Como estructuras sedimentarias se pueden reconocer, en el cauce del río, tanto isletas centrales como barras laterales, cuya naturaleza es fundamentalmente arenosa y de textura gruesa. En algunas zonas también se pueden reconocer orientaciones preferentes de cantos.

**Geotecnia.**— El grupo es ripable en su totalidad y de baja capacidad portante. Es un área inundable, y los materiales constitutivos del grupo son muy permeables. Estos depósitos pueden ser utilizados como material de préstamo, aunque tienen la desventaja, al estar el nivel freático en superficie, de la dificultad de profundizar para extraer el material, al inundarse la excavación.

#### ALUVIAL DEL ARROYO DE VALSALADO, (A2).

Este grupo es semejante en todo el aluvial del río Cordovín, descrito en la Zona 7.

#### DEPOSITOS LAGUNARES DEL PANTANO DE LA GRAJERA, (L1).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por limos arcillosos de tonos grises, que contienen abundante materia orgánica negruzca en descomposición. Puede haber sulfatos.

**Estructura.**— Son áreas endorreicas o de colmatación, en donde la sedimentación se realiza en un medio tranquilo. La disposición, por tanto, debe ser subhorizontal con una pequeña inclinación de menos de 2° en las márgenes.

**Geotecnia.**— Son depósitos de muy baja resistencia superficial, por lo que convendría evitarlos en los trazados de las carreteras, dado que ocupan una extensión superficial relativamente reducida y se pueden bordear.

#### RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LOGROÑO. (W1).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por los productos de desecho, tanto humanos como derivados de la actividad industrial, localizados al Oeste de la ciudad de Logroño.

**Estructura.**— Por su propia naturaleza y vertido, no presenta ningún tipo de estructura. Son montones de escombros de altura variable.

**Geotecnia.**— Son materiales absolutamente intolerables como préstamo. Deberá evitarse el pasar por este grupo y buscar trazados alternativos en el caso de realizar un proyecto de carretera por este área.

#### 3.10.5. Grupos geotécnicos

Las distintas formaciones que constituyen la Zona 10 se pueden reunir en los siguientes grupos, atendiendo a sus características geotécnicas.

**Grupo A: Materiales cuaternarios cohesivos.**— Son depósitos arcillosos o limosos que pueden tener algunos elementos clásticos como gravillas y gravas. En algunas formaciones pueden existir procesos de inundaciones, encharcamientos y deslizamientos, así como la posibilidad de que se produzcan asentamientos, a causa de la baja capacidad portante que presentan. En este grupo se incluyen las formaciones C2, C3, A2 y L1.

**Grupo B: Materiales cuaternarios no cohesivos.**— Son materiales fundamentalmente granulares, en los que se pueden producir pequeños desprendimientos, erosiones, arrastres de material por arroyada, e inundaciones en algunas de las formaciones. La capacidad portante es media, y son formaciones favorables para la construcción de carreteras. Pertenecen a este grupo las formaciones D1, C1, T1, T2, T3 y A1.

**Grupo D: Materiales detríticos y detrítico-arcillosos.**— En este grupo puede producirse erosión y arrastres de material, así como grandes inestabilidades de ladera en zonas y grupos concretos. El grupo 350a puede ser utilizable como préstamo. En este grupo geotécnico se incluyen las formaciones 321c, 350a y 350b.

**Grupo E: Materiales con una cierta proporción de yesos.**— Se pueden presentar problemas de agresividad al hormigón por la existencia de yesos en el seno de las formaciones. En estos casos deberán utilizarse cementos sulforresistentes. También se pueden producir desprendimientos y desplomes en cornisas originadas por erosión diferencial. En este grupo se incluyen las formaciones 321a y 321b.



### 3.10.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Los problemas que se pueden presentar en esta Zona son de índole muy diversa. Desprendimientos y desplomes se pueden producir en las cornisas en voladizo de las formaciones 321a y 321b, originadas como consecuencia de la erosión diferencial.

Grandes deslizamientos se producen en la formación 321c, a la altura de la población de La Estación, al efectuarse un recorte en la ladera para el trazado del ferrocarril.

También se producen deslizamientos en los bordes de las terrazas, cuando se realizan excavaciones verticales de moderada altura (8 a 10 m) sin efectuar labores de sostenimiento.

Otros problemas, derivados de la baja capacidad portante, se producen tanto en los materiales cuaternarios cohesivos, como en los recubrimientos superficiales que enmascaran las formaciones terciarias.

En los grupos en los cuales existe un cierto contenido en yeso, será necesario el uso de cementos sulforresistentes para evitar el ataque de las sales al hormigón.



Foto42.— Grupo T2. Deslizamientos de la carretera, al efectuar una excavación vertical (derecha de la foto), sin realizar un sostenimiento adecuado.

### 3.11. ZONA 11: RIBERAS DEL EBRO Y DEL IREGUA

#### 3.11.1. Geomorfología






Esta Zona se extiende sobre una parte de la mitad occidental del cuadrante 204-3 y sobre la zona central y sector centro-oriental del cuadrante 204-4.

Morfológicamente está constituida por las llanuras aluviales de los ríos Iregua y Ebro. Este último, a partir de Logroño, amplía su extensión hacia aguas abajo y forma llanuras de unos 3 a 4 km de anchura. Son pues dos áreas llanas, escalonadas, con sus correspondientes terrazas laterales, que no suponen ninguna dificultad para la realización de vías de comunicación.

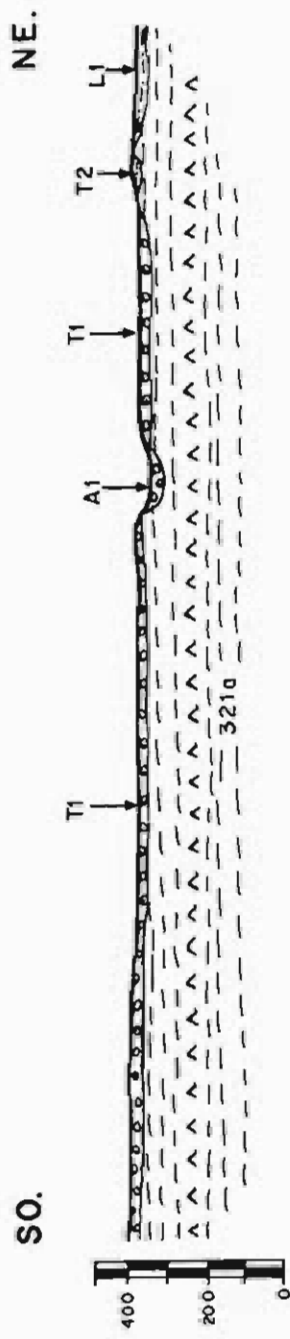
#### 3.11.2. Tectónica

Como en el caso de las Zonas correspondientes a las Riberas de los ríos Oja y Najerilla, los depósitos de terraza, aluviales y conos de deyección de la Zona 11 no presentan, por la propia naturaleza de sus materiales, ningún rasgo tectónico detectable.

#### 3.11.3. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA

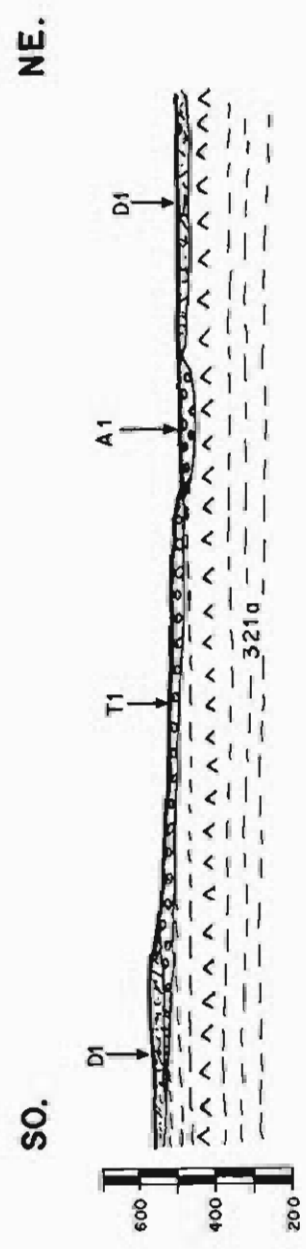
COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA LITOLÓGICA	REFERENCIA GEOTÉCNICA	DESCRIPCIÓN	EDAD
	L1	A	DEPOSITOS LAGUNARES	CUATERNARIO
	A2	A	DEPOSITOS ALUVIALES DE ARENAS, LIMOS Y GRAVAS	CUATERNARIO
	A1	B	DEPOSITOS DE GRAVAS Y ARENAS	CUATERNARIO
	T1, T2	B, B	DEPOSITOS DE TERRAZAS FLUVIALES	CUATERNARIO
	D1	B	CONOS DE DEYECCION	CUATERNARIO





I'

I



II'

II

ESCALAS  
 H : 1/50.000  
 V : 1/20.000

FIG. 3.32.- CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA 11

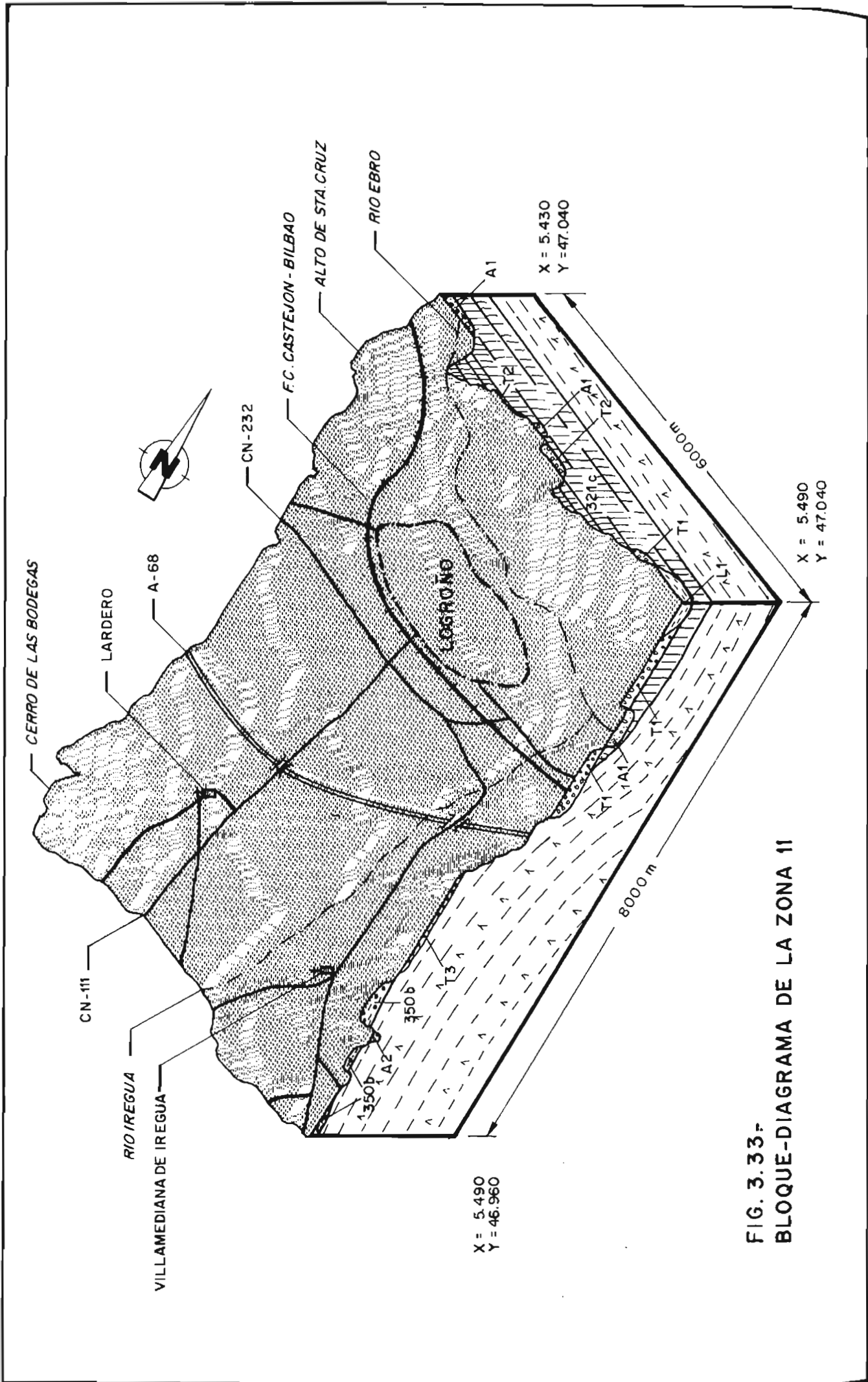


FIG. 3.33.-  
BLOQUE-DIAGRAMA DE LA ZONA II

#### 3.11.4. Grupos litológicos

##### CONOS DE DEYECCION DE ALBELDA DE IREGUA, (D1).

**Litología.**— Está compuesto este grupo por una alternancia de niveles, unos formados por cantos subangulosos, metamórficos y heterométricos, y con matriz areno-limosa, y otros, compuestos casi exclusivamente por arenas medias y finas, algo limosas, y casi sin cantos. Superficialmente se recubren de un suelo vegetal de unos 80cm de espesor, de naturaleza areno-limosa, y que se encuentra intensamente cultivado.

**Estructura.**— La disposición estructural de este grupo es subhorizontal, con una cierta variación de la inclinación de las capas desde las zonas apicales de los abanicos hasta las áreas más distales de los mismos, pero siempre con un rango de variación pequeño, de menos de 10°.

**Geotecnia.**— Los materiales de los conos de deyección son ripables en su totalidad. Presentan una permeabilidad acusada, aunque en determinadas áreas llanas, donde se acumula una mayor proporción de elementos finos, pueden producirse encharcamientos. Son materiales fácilmente erosionables y meteorizables, por lo que en caso de efectuarse excavaciones, éstas no deberían tener más de 30° de inclinación. Estos depósitos pueden ser utilizables como material de préstamo para núcleo de terraplenes.

##### TERRAZA BAJA DEL RIO IREGUA, (T1).

Este grupo es semejante a la terraza baja del río Najerilla (T1), descrita en la Zona 8.

##### TERRAZA MEDIA DEL RIO EBRO, (T2).

Este grupo se ha descrito en la Zona 10, dada su mayor extensión en ella.

##### ALUVIAL DEL RIO IREGUA, (A1).

Este grupo es similar al aluvial del río Najerilla, descrito en la Zona 8.

##### ALUVIAL DEL ARROYO DE VALDEARAS, (A2).

Este aluvial es semejante al aluvial del arroyo de Valsalado, descrito en la Zona 10.

## DEPOSITOS DE COLMATACION DEL PANTANO DE LAS CAÑAS, (L1).

Este grupo es igual al mencionado como «Depósitos lagunares del pantano de la Grajera», (L1), descrito en la Zona 10.

### 3.11.5. Grupos geotécnicos

De acuerdo con las características de los materiales, éstos pueden agruparse en los siguientes grupos geotécnicos.

Grupo A: Materiales cuaternarios cohesivos.— Son formaciones que están constituidas mayoritariamente por elementos finos (limos y arcillas), aunque pueden contener también materiales granulares como gravas y arenas. Poseen un abundante contenido de materia orgánica en el caso de la formación L1. Tienen una baja capacidad portante, y pueden, en ocasiones, llegar a inundarse. En este grupo se incluyen las formaciones L1 y A2.

Grupo B: Materiales cuaternarios no cohesivos.— Ocupan en su totalidad la Zona 11 y están compuestos por bolos, gravas y gravillas, y por una matriz arenosa o limosa. Son formaciones adecuadas para la construcción de carreteras, ya que poseen un relieve llano y una capacidad portante adecuada (de tipo medio). Las formaciones de este grupo pueden sufrir inundaciones y erosiones. En este grupo están incluidas las formaciones D1, T1, T2 y A1.

### 3.11.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Los problemas geotécnicos que puede presentar esta Zona son, por una parte, los relacionados con la inundación, por desbordamiento de los ríos Ebro e Iregua, que es característica de las formaciones aluviales, y por otra, los relativos a la baja capacidad portante de los depósitos limosos y arcillosos, localizados en los grupos L1 y A2. El resto de la Zona no presenta graves problemas, siendo adecuada como asiento de futuras carreteras.

## 4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

### 4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

Las peculiares características de cada una de las Zonas del Tramo hace necesario, para una mejor sistematización de los problemas topográficos, el estudio de aquéllas por separado, aunque algunas de las Zonas se puedan agrupar al presentar similares características topográficas.

Zona 1.— Se localiza en el sector más occidental del Tramo, en los alrededores de Burgos. Los desniveles entre las partes más altas de las mesas (hacia la cota 1.000 m) y el fondo de los valles principales (hacia la cota 900 m) no presentan una acusada diferencia de altura. Por otra parte, las laderas tienen una pendiente moderada, salvo áreas localizadas, por lo que los problemas topográficos en esta Zona quedan reducidos a las áreas de pendiente más fuerte y a las pocas zonas acantiladas. Por los valles principales es por donde se pueden trazar las carreteras, ya que son áreas llanas, con pendientes longitudinales reducidas.

Zona 2.— Esta Zona corresponde a la divisoria fluvial entre los ríos Ebro y Duero, y donde quizás se encuentren los mayores problemas topográficos con respecto al trazado principal, entre Burgos y Logroño, de la carretera N-120. En este sector, entre Villafranca y Villamorico, es donde se sitúa el puerto de la Pedraja. Existen importantes desniveles entre el fondo de los barrancos y las partes altas de los cerros, por lo que el trazado de la carretera actual se dispone con numerosas curvas y con pendientes longitudinales acusadas.

Otra zona con problemas de índole topográfica es la formada por el monte de San Vicente de Malagrande, con cota absoluta de 1.079 m en el vértice de San Vicente. Presenta una dirección estructural NO-SE y constituye una barrera a las comunicaciones en sentido ortogonal, por lo que debe ser bordeado por el Noroeste y Sureste.

Zona 3.— Los rasgos topográficos de esta Zona, localizada en la mitad Sur del cuadrante 239-4, están condicionados por su litología. Así, en los afloramientos de edad paleozoica, al Oeste, los desniveles topográficos son importantes y las comunicaciones resultan muy difíciles. En los afloramientos mesozoicos, la topografía no es tan acusada en los tramos arcillosos triásicos, aunque se ve de nuevo resaltada en los niveles jurásicos y cretácicos, en las proximidades de Cueva de Juarros.

Zona 4.— En esta Zona las pendientes medias en sentido Sur-Norte son moderadas (en torno al 15%), pero dado que la red hidrográfica se encuentra muy encajada, el trazado de las carreteras en sentido Este-Oeste se ve enormemente dificultado. En sentido Norte-Sur, solamente por los valles que discurren según esta dirección es posible construir carreteras de trazado aceptable, pero



las posibles vías de comunicación se ven parcialmente cortadas por los afloramientos de la Sierra caliza de la Demanda al Sur, que impide continuar el trazado, ya que esta Sierra constituye una auténtica barrera a las comunicaciones.

Zona 5.— En esta Zona cabe diferenciar dos áreas topográficas distintas. Por un lado, la correspondiente a los relieves en yesos, situados en la mitad occidental de la Zona, que presentan desniveles medios en laderas de pendiente importante. Las comunicaciones en este área solo se podrán realizar siguiendo los arroyos y ríos que tengan una llanura aluvial de cierta extensión, aunque debido a su frecuente cambio de dirección, las carreteras tendrán un trazado sinuoso. Solamente los ríos principales (como el río Tirón) presentan un área adecuada como asiento de vías de comunicación. La segunda área corresponde a la mitad oriental de la Zona, que posee unos rasgos topográficos menos acentuados, y por la que es posible trazar carreteras sin grandes dificultades.

Zonas 6, 8 y 11.— Estas tres Zonas no presentan problemas de índole topográfica, toda vez que constituyen áreas llanas, que corresponden a las llanuras aluviales y terrazas de los ríos Oja, Najerilla, Iregua y Ebro. Son sectores muy adecuados para el trazado de carreteras.

Zonas 7 y 10.— Estas dos Zonas constituyen sectores con topografía poco acusada, aunque existen áreas concretas en que el trazado de carreteras es difícil. En el corredor principal (carretera nacional 120), estas dificultades se encuentran en los enlaces de las campiñas terciarias con las llanuras aluviales de los ríos. En estos últimos suele haber cantiles de erosión en las márgenes. En consecuencia debería estudiarse un nuevo trazado que convendría realizarlo aprovechando alguno de los arroyos afluentes que siguieran aproximadamente la misma dirección que la carretera actual.

Otro punto conflictivo en la carretera N-120 es el que existe hacia el P.K. 38, en el cual, desde una cota absoluta de 660 m, se baja hacia el Este, hasta los 590 m, en aproximadamente 1,5 km. Este desnivel da lugar a que la carretera actual presente un trazado sinuoso y con pendientes notables.

Hacia el Sur de la Zona 7 y hacia el Norte de la Zona 10, la topografía refleja unas condiciones más acusadas. Aún siendo posible el trazado de carreteras, éste presenta numerosas curvas y algunos desniveles importantes, que en ocasiones son difíciles de salvar.

Zona 9.— Dentro de esta Zona, se pueden diferenciar dos sectores topográficos diferentes. El primero de ellos corresponde al llamado «Glacis de Cameros», que presenta unas condiciones inadecuadas para el trazado de carreteras. La única que existe discurre por el barranco del río Yalde, desde Santa Coloma a Castroviejo. En este sector la red de drenaje se encuentra muy encajada y tiene frecuentes barrancos, las laderas son de pendiente acusada y los desniveles importantes. Más hacia el Norte, la topografía se suaviza y es posible la construcción de carreteras aprovechando los valles y arroyos que bordean los cerros y montes del área, tanto en sentido Norte-Sur, como en sentido Este-Oeste.

El segundo sector corresponde a la parte meridional del cuadrante 204-3, y dadas sus condiciones topográficas, con profundas hoces, arroyos encajados, e importantes farallones y cantiles, el trazado de carreteras es enormemente difícil.

#### 4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS

Los problemas geomorfológicos que se presentan en cada una de las Zonas consideradas son los que a continuación se describen.

En la Zona 1, los problemas geomorfológicos se circunscriben a las dificultades de enlazar los fondos de los valles con los páramos terciarios, a través de las laderas. Éstas, en ocasiones, presentan una pendiente media del orden del 25%, por lo que el trazado de las carreteras no puede efectuarse según la pendiente natural, sino ascendiendo progresivamente con pendientes reducidas. Estos trazados implican realizar las correspondientes excavaciones, y dado que las laderas presentan con frecuencia depósitos coluviales sueltos, al efectuar dichas excavaciones pueden producirse deslizamientos.

En lo alto de los páramos pueden existir cantiles de naturaleza calcárea y de varios metros de altura, aunque no deben impedir el trazado de las vías de comunicación.

En los valles de los ríos principales de la Zona, es donde se localizan la mayor parte de las carreteras, dadas las favorables condiciones para su trazado.

Dentro de la Zona 2, las principales dificultades geomorfológicas se dan en el puerto de la Pedraja. Éste está constituido por un gran glacis pliocénico en el que la erosión lineal de los ríos Vena (en cabecera), Cerrata de la Pedraja, así como de los arroyos afluentes, ha dado lugar a importantes encajamientos, que dificultan, aunque no impiden, el trazado de carreteras.

Otra zona que tiene un relieve acusado, es la formada por el gran anticlinal cretácico de San Vicente-Malagrande, pero dada su relativa poca extensión, es fácil rodearlo por el borde Noroccidental o Suroccidental del mismo.

En la Zona 3 se incluyen las series paleozoicas y mesozoicas del sector Noroccidental de la Sierra de la Demanda. El borde norte de la misma se levanta como un fuerte murallón calcáreo y cabalgante, y sólo parece ser atravesable por el fondo de los ríos principales (Tirón y Oja). El afloramiento de los materiales paleozoicos da lugar a notables alturas y a desniveles importantes, así como a arroyos encajados y frecuentes cantiles. Todos estos factores condicionan la construcción de carreteras, de manera que éstas discurren con un trazado sinuoso. En los afloramientos triásicos, el relieve se presenta mucho más suave, no existiendo grandes problemas para la realización de carreteras. En los materiales calcáreos, tanto jurásicos como cretácicos, se presentan también dificultades al existir frecuentes cantiles y pendientes acusadas, que condicionan el trazado de las carreteras por los pocos pasos practicables a través de los valles que surcan este área.

La Zona 4 está constituida esencialmente por un glacis plio-cuaternario que recubre a unos depósitos oligocénicos cementados. Los problemas geomorfológicos de la Zona vienen condicionados por el profundo encajamiento de la red de drenaje, que dificulta enormemente las comunicaciones transversales (es decir, en dirección Este-Oeste). En cambio, en sentido Norte-Sur se pueden trazar vías de comunicación, aprovechando las llanuras de los ríos principales que cortan a los afloramientos calizos de la Sierra de la Demanda.

La Zona 5 presenta dos áreas con una geomorfología diferente. La primera, al Oeste, y compuesta en su mayor parte por yesos y margas yesíferas, tiene un conjunto de mesetas de cumbre plana, separadas entre sí por frecuentes arroyos y vaguadas de fondo plano, por las cuales se pueden construir

carreteras sin excesivos problemas, aunque éstas tendrán un trazado algo sinuoso, salvo en las amplias vegas del río Tirón.

La segunda área, al Noreste y al Este de la primera, formada por campiñas y con un relieve suavemente alomado, no presenta problemas de índole geomorfológica. Si acaso, se pueden producir aterramientos, debido a un bajo dimensionamiento de cunetas, drenes y caños.

Las Zonas 6, 8 y 11 están constituidas por amplias llanuras aluviales en las cuales no existen problemas geomorfológicos dignos de reseñar. Si acaso, algún desnivel poco importante, localizado entre los distintos niveles de terraza.

Los problemas geomorfológicos que se pueden presentar tanto en la Zona 7 como en la mayor parte de la Zona 10, son los que se originan como consecuencia de los desniveles existentes tanto en el contacto de los depósitos terciarios con los aluviales y terrazas cuaternarias, como en el de los terciarios con los glaciares suprayacentes. El trazado de las carreteras actuales en estas zonas puede suavizarse, bien por medio de algunas variantes alternativas, bien mediante la construcción de grandes terraplenes que permitan salvar las diferencias de altura.

El resto del área está constituida por campiñas, que tienen un relieve alomado, en el que se disponen grandes extensiones más o menos llanas.

La Zona 9 presenta dos áreas con características diferentes. La primera, situada al Sur del Tramo, entre los ríos Najerilla e Iregua, presenta una morfología de glacis. En éstos, la pendiente de las cuerdas es moderada (menor del 15%). Sin embargo, la red de drenaje se encaja profundamente, por lo que el trazado de carreteras en sentido Este-Oeste se presenta con grandes dificultades y muy sinuoso. Deberá contarse, además, con la erosionabilidad de los materiales, y con los arrastres que pueden llegar a cortar parcialmente la carretera.

En sentido Norte-Sur, solamente pueden aprovecharse, como asiento de vías de comunicación, los escasos arroyos encajados que entallan la Zona.

La segunda área, situada al Este del río Iregua y adosada a la Sierra de Cameros, presenta grandes dificultades geomorfológicas. Los materiales arcillosos y yesíferos triásicos han sido profundamente erosionados por la red de drenaje, dando un relieve acaravado. Así mismo, los materiales calizos poseen un aspecto bastante inaccesible. Los afloramientos calizos se disponen en la zona más elevada de los montes, con frecuentes cantiles de decenas de metros de altura.

Es debido a estas características geomorfológicas por lo que el trazado de las carreteras se efectúa, en la mayor parte del recorrido, con numerosas curvas de radio reducido, pendientes importantes y zonas con poca visibilidad.

#### **4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS**

Dentro de los problemas geotécnicos que presentan los materiales del Tramo estudiado, los que tienen una mayor importancia son los siguientes:

a) Los desprendimientos y desplomes se localizan en áreas donde existan cornisas o cantiles. Puntualmente pueden afectar a masas de importante volu-

men. Los grupos afectados por este tipo de problemas son los siguientes: 213c, 221a, 222, 223a, 223b, 313, 321a, 321b, 321c, 321l y 321ñ.

b) Los deslizamientos planos a favor de la estratificación, esquistosidad o diclasado, se pueden presentar en aquellas formaciones con un buzamiento importante (mayor de 35°), y cuando al efectuar una excavación se produce un descalce de capas. Este tipo de problemas se puede producir en los grupos siguientes: 113, 121, 152, 221a, 222 y 223b.

c) Deslizamientos y reptaciones se pueden producir en las unidades arcillosas o margosas cuyas laderas tienen pendientes bajas, así como en algunas otras detríticas, de laderas de pendiente media. Así mismo, un desnivel importante y ciertas condiciones de humectación y desecación, favorecen la inestabilidad. Estos problemas se pueden dar en los grupos siguientes: 213a, 213b, 221b, 231a, 321a, 321c, 321g, 321i, 321k y 321ñ.

d) Procesos de erosión y arrastre de material tienen lugar en formaciones no consolidadas o en sus recubrimientos cuando existe una cierta pendiente y cuando los agentes de la geodinámica externa puedan actuar libremente sobre los materiales. Estos problemas se producen en las formaciones: 231a, 231b, 321g, 321i, 321k, 321m, 321n, 350a, 359c, 350d, 350e, C1, C2, C3, CV1, D1, D2, T1, T2 y T3.

e) Problemas derivados de la presencia de yesos en las formaciones. Las sales disueltas originadas a partir de los yesos afectan al hormigón de las obras de fábrica, y, en consecuencia, deberán emplearse cementos sulforresistentes (Tipo P.Y.) en los grupos siguientes: 213a, 213b, 321a (en algunas áreas), 321b (también en áreas concretas), 321e, 321f y 321j.

f) Los problemas derivados de la baja capacidad portante tendrán lugar fundamentalmente en los suelos arcillosos y limosos cuaternarios, así como en las formaciones que presenten un recubrimiento de alteración importante. Esto no significa que en la totalidad de la superficie de estas formaciones la capacidad portante sea baja, sino que en todas ellas existe el riesgo de que, en una parte mayor o menor de su superficie, haya un descenso de la resistencia superficial. En este grupo se incluyen las formaciones 213a, 213b, 221b, 231a, 321g, 321j, 321k, 321n, C1, C2, C3, CV1, D2, A2, A3, L1, W1 y W2.

#### 4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

En líneas generales, el corredor principal del Tramo, que une las ciudades de Logroño y Burgos, discurre por la actual carretera nacional 120 en sentido Este-Oeste. Existen zonas concretas en la traza de esta carretera en las que se desea mejorar el trazado, deberán rectificarse algunas curvas de radio reducido y medio, y construir terraplenes de longitud y altura importantes, y algunos puentes y viaductos. En algunos tramos del recorrido deberán construirse variantes separadas del trazado actual, tanto para salvar los importantes desniveles existentes (como el del P.K. 38), como para bordear varias poblaciones (Santo Domingo de la Calzada y Belorado, entre otras). (Ver Fig. 4: Esquema de Corredores Sugeridos).

Otro corredor podría ser aquel que partiendo de las proximidades de Logroño, a la altura de Navarrete, seguiría la Carretera Nacional 232, hasta

Cenicero. Desde aquí, se podría volver a enlazar de nuevo con la carretera N-120 en Nájera, o bien se puede continuar hacia Casalarreina. Desde esta población se puede seguir el cauce del río Tirón, hacia aguas arriba, para enlazar con el corredor principal en Belorado. Este corredor puede servir como trazado alternativo a la carretera N-120 en el caso de que ésta quedara inutilizada temporalmente. Dicho trazado alternativo no presenta prácticamente ningún problema de índole morfológica, toda vez que aprovecha las áreas llanas de los valles fluviales principales, al menos desde Casalarreina a Belorado.

Como trazado alternativo al corredor principal desde Villafranca-Montes de Oca hasta Burgos, podría utilizarse el que partiendo de la primera población mencionada, discurre por el valle del río Oca, hacia aguas abajo, hasta enlazar con la carretera nacional I, ya fuera del Tramo. Desde aquí se puede seguir dicha carretera hasta llegar a Burgos.

Como corredores Norte-Sur se pueden utilizar los valles de los ríos principales, como son el del río Oja (desde Casalarreina a Ojacastro, pasando por Santo Domingo de la Calzada), el del río Najerilla (desde Cenicero a Baños de Río Tobía, pasando por Nájera), o el del río Iregua, siguiendo la carretera nacional 111, desde Logroño hacia la Sierra de Cameros y puerto de Piqueras, al Sur. También se puede utilizar el que saliendo de la población de Casalarreina se dirige al Suroeste, pasando por Tirgo, Herramélluri, Tormantos, Quintanilla de las Dueñas y Belorado. Desde aquí y pasando por San Miguel de Pedroso, Ezquerria y Santa Olalla del Valle, se puede acceder al interior de la Sierra de la Demanda. Este corredor discurre en su primer tramo por los amplios depósitos fluviales del río Tirón, hasta llegar a Belorado, y desde aquí y hacia el interior de la Sierra, el trazado presenta ya alguna dificultad.

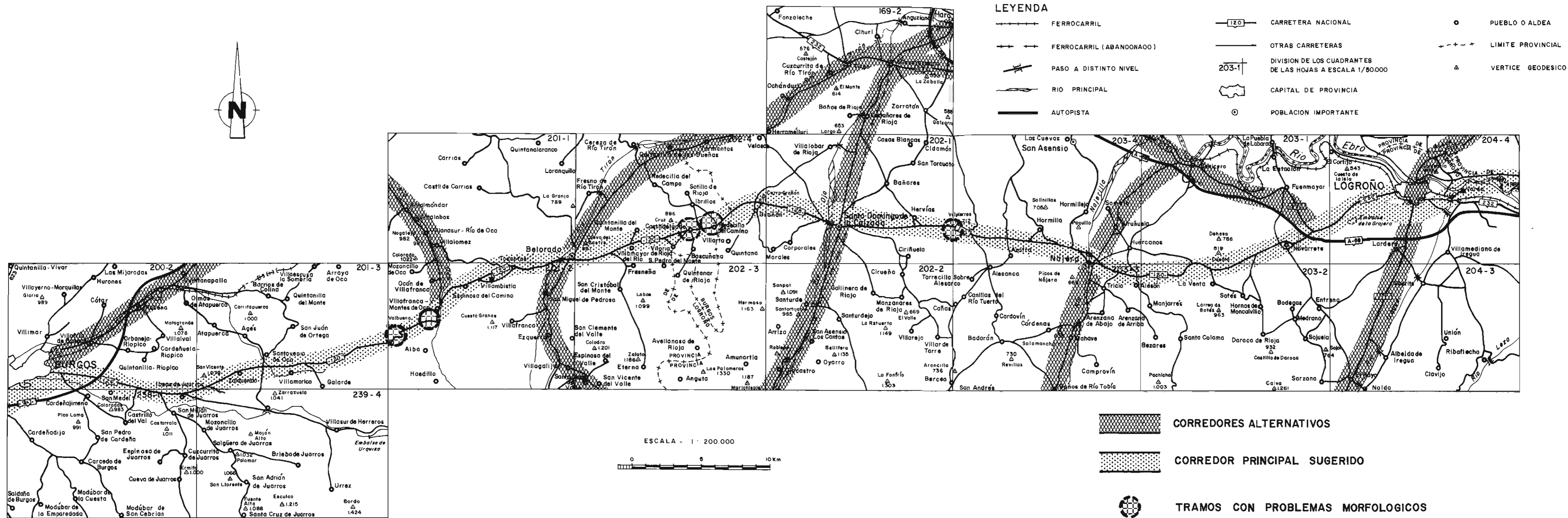


FIG.4.-ESQUEMA DE CORREDORES SUGERIDOS

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

## **5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS**

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

En este Capítulo 5 no se ha efectuado un análisis exhaustivo de los yacimientos susceptibles de aprovechamiento en el Tramo, ya que dicho análisis desbordaría, por su amplitud y especial metodología, el alcance de los Estudios Previos de Terrenos.

Sin embargo, sí se ha considerado conveniente presentar, de una forma ordenada, la información recogida sobre los yacimientos explotados en el Tramo con motivo de la realización de este Estudio Previo de Terrenos. Esta información, sin responder a un trabajo sistemático de exploración de yacimientos, puede ser muy útil como punto de partida para futuros trabajos de prospección y exploración de yacimientos.

La información que se expone a continuación se refiere exclusivamente a yacimientos cuyos materiales pueden ser utilizables en obras de carreteras, (canteras, graveras y materiales de préstamo). Además se ha dedicado un apartado especial a aquellos yacimientos que, por su importancia o especial interés, merecen un estudio posterior más detallado.

### **5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS**

Los yacimientos rocosos que han sido o están siendo explotados en el Tramo se encuentran situados únicamente en el entorno de Burgos y son exclusivamente de naturaleza carbonatada (fundamentalmente calizas).

Cabe destacar por su importancia las calizas cretácicas correspondientes a los importantes afloramientos de Rubena y Atapuerca. La mayor parte de la producción se dirige hacia la obtención de áridos de machaqueo.

Otra zona importante de extracción de roca para su uso como árido de machaqueo, actualmente abandonada, corresponde a las calizas pontienses situadas al Sur del pueblo de Castrillo del Val. Son las explotaciones llamadas «Canteras de Bernardo», que cuentan con unas reservas abundantes y fácil accesibilidad. Su situación las hace ser muy aprovechables como posibles zonas de explotación de áridos, aunque deberán efectuarse los correspondientes ensayos mecánicos y químicos para determinar su calidad y su posible utilización en carreteras.

Al Sur de Logroño y de Santo Domingo de la Calzada, en los frentes calcáreos jurásicos de las Sierras de Cameros y de la Demanda, se localizan áreas no explotadas, pero ya fuera del Tramo de Estudio. Su calidad como material

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



Foto 43.— Grupo 232a. Frente de explotación activo en una de las canteras de Rubena.

utilizable en carreteras, como en el caso anterior, debe comprobarse con los correspondientes ensayos.

Un cuadro-resumen de yacimientos rocosos aparece al final de este Capítulo.

### 5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

En el Tramo estudiado son numerosísimas las explotaciones, tanto activas como abandonadas, que aprovechan las extensas áreas de materiales granulares existentes.

En el entorno de Burgos destacan las explotaciones de gravas y arenas, correspondientes al Cretácico Inferior en «Facies Utrillas», de Cuevas de Juarros y de Olmos de Atapuerca.

En el Mioceno y dentro de la misma área, existen numerosas explotaciones de arenas, como la localizada en Villayerno-Morquillas, al NE de Burgos, o la del entorno de Cardeñadizo o Modúbar de la Emparedada.

En el Plio-cuaternario han existido pequeñas explotaciones en el entorno de Atapuerca y en los alrededores de Villafranca-Montes de Oca.

Por último, tanto los aluviales como las terrazas de los ríos de la zona, en especial el Arlanzón, el Vena y el Pico, han sido explotados en algunos puntos, aunque el contenido en sulfatos, sobre todo en las terrazas, ha rebajado considerablemente el número e intensidad de las graveras.

En el área de Santo Domingo de la Calzada, y correspondiente a la parte central del Tramo estudiado, destacan las extracciones de gravas y arenas que se realizan tanto en el aluvial como en las terrazas del río Oja.



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

Menor importancia relativa tienen las pequeñas explotaciones de los depósitos plio-cuaternarios, inactivas actualmente, así como las que se benefician de las cuencas terciarias, que en ocasiones son de carácter intermitente.

Por último, en el área de Logroño es donde se concentran la mayor parte de las extracciones de gravas y arenas de todo el Tramo. Algunas de las explotaciones se localizan en depósitos plio-cuaternarios y en conos de deyección, pero es sobre todo en los distintos niveles de terrazas de los ríos Ebro, Najerilla, Iregua y Leza, donde se concentran el mayor número de explotaciones activas, así como el mayor volumen de reservas.

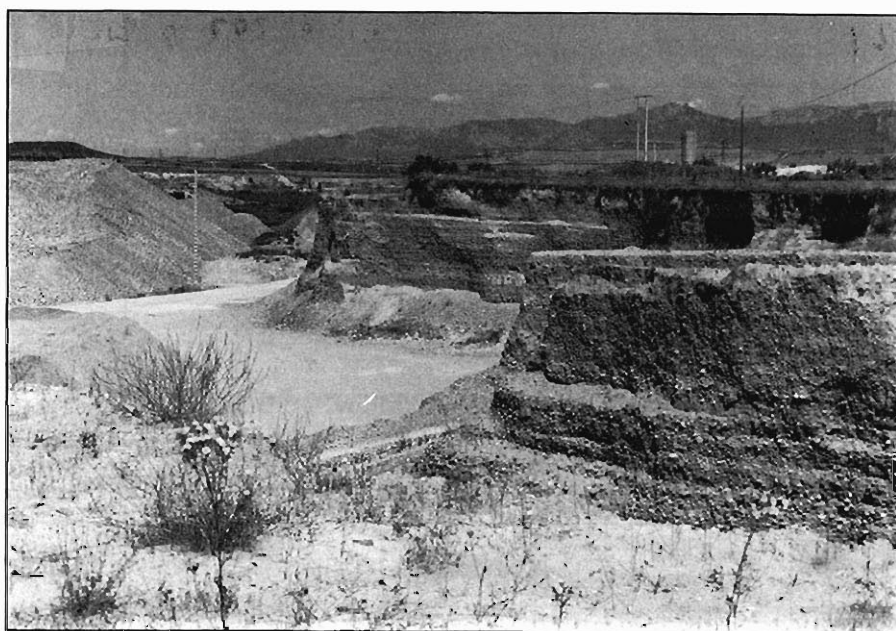


Foto 44.— Grupo T1. Explotación activa de una gravera, en la terraza baja del río Ebro.

Un resumen de las distintas graveras reconocidas en el Tramo se recoge en el cuadro-resumen adjunto, en el cual se indica la localización, el tipo de material extraído, el estado de la explotación y la denominación del grupo litológico a que pertenece. La columna denominada «Zona del Mapa litológico-estructural» corresponde a la parte de los Planos donde se sitúa la explotación. Dado que el Mapa completo de todo el Tramo es demasiado grande y poco manejable, se ha optado por dividirlo en tres partes. La primera corresponde a la zona Este, que comprende la zona de Logroño y alrededores, y abarca los cuadrantes 203-1, 203-2, 203-3, 203-4, 204-3 y 204-4. La segunda parte corresponde a la zona central del Tramo y se denomina de Santo Domingo de la Calzada. Esta parte abarca los cuadrantes 169-2, 201-1, 202-1, 202-2, 202-3 y 202-4. Por último, la tercera parte corresponde al área Oeste del Tramo (zona de Burgos), y comprende los siguientes cuadrantes: 200-2, 201-2, 201-3, 238-1 y 239-4.

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

**5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES**

Dado el carácter de este Estudio Previo de Terrenos no se han definido los posibles yacimientos de préstamos. No obstante, se pueden tomar en consideración para este fin los distintos materiales que componen los grupos citados a continuación: 231b, 321d, 321k, 321n, 350a, 350f, D1, T1, T2, T3, y A1. En ellos se pueden encontrar, con mucha probabilidad, suelos adecuados y seleccionados con un índice C.B.R. mayor de 10.

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

Dado que en la zona Este del Tramo (Logroño) y en la zona central (Santo Domingo de la Calzada) no se han reconocido materiales canterables, es recomendable estudiar los depósitos carbonatados de las Sierras de la Demanda y de Cameros. Así mismo es recomendable estudiar en detalle los yacimientos del grupo 232a, situados en Rubena, y los del grupo 321 I, localizados en Castriello del Val. En cuanto a los yacimientos granulares, son interesantes los depósitos localizados en los grupos 231b, 350a, D1, T1, T2, T3 y A1.

**CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS**

COORDENADAS U.T.M.		ZONA DEL MAPA	DENOMINACION DEL	TIPO DE	ESTADO ACTUAL DE
LONGITUD	LATITUD	LITOLOGICO-ESTRUCTURAL	GRUPO LITOLOGICO	MATERIAL	LA EXPLOTACION
454.5	4693.5	Oeste (Burgos)	232a	Calizas	Activo
454.6	4692.5	Oeste (Burgos)	232a	Calizas	Activo
451.3	4686.6	Oeste (Burgos)	321I	Calizas	Inactivo
451.8	4682.7	Oeste (Burgos)	321I	Calizas	Inactivo
457.3	4688.7	Oeste (Burgos)	232a	Calizas	Inactivo
457.3	4689.0	Oeste (Burgos)	232a	Calizas	Activo
457.1	4689.3	Oeste (Burgos)	232a	Calizas	Inactivo
458.1	4787.9	Oeste (Burgos)	232a	Calizas	Inactivo
458.6	4688.3	Oeste (Burgos)	232a	Calizas	Activo

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

**CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES**

COORDENADAS U.T.M.		ZONA DEL MAPA LITOLÓGICO-ESTRUCTURAL	DENOMINACION DEL GRUPO LITOLÓGICO	TIPO DE MATERIAL	ESTADO ACTUAL DE LA EXPLOTACION
LONGITUD	LATITUD				
447,5	46 94,4	Oeste (Burgos)	321h	Arenas	Inactivo
456,2	46 93,5	Oeste (Burgos)	231b	Arenas y gravas	Activo
446,0	46 92,7	Oeste (Burgos)	321h	Arenas	Intacto
443,7	46 92,8	Oeste (Burgos)	321h	Arenas	Intacto
452,2	46 85,8	Oeste (Burgos)	321k	Arenas	Intacto
446,4	46 81,5	Oeste (Burgos)	C1	Arenas	Intacto
454,7	46 81,7	Oeste (Burgos)	231b	Arenas y gravas	Activo
459,7	46 86,0	Oeste (Burgos)	A1	Arenas y gravas	Intacto
458,0	46 87,4	Oeste (Burgos)	350d	Gravas y arenas	Intacto
457,7	48 92,5	Oeste (Burgos)	350f	Gravas y arenas	Inactivo
402,2	47 12,3	Central (Sto. Domingo de la Calzada)	T1	Gravas y arenas	Intacto
502,4	47 12,2	Central (Sto. Domingo de la Calzada)	T2	Gravas y arenas	Intacto
500,5	47 98,2	Central (Sto. Domingo de la Calzada)	321d	Arenas	Inactivo
510,4	47 09,1	Central (Sto. Domingo de la Calzada)	T3	Gravas y arenas	Inactivo
502,8	46 92,8	Central (Sto. Domingo de la Calzada)	T1	Gravas y arenas	Inactivo
508,2	47 11,3	Central (Sto. Domingo de la Calzada)	T1	Gravas y arenas	Activo
510,1	47 03,3	Central (Sto. Domingo de la Calzada)	T3	Gravas y arenas	Inactivo
502,1	47 98,9	Central (Sto. Domingo de la Calzada)	321a	Arenas y arcillas	Inactivo
510,1	47 05,5	Central (Sto. Domingo de la Calzada)	T2	Gravas y arenas	Inactivo
499,2	47 00,4	Central (Sto. Domingo de la Calzada)	321d	Arenas	Intermitente
545,5	47 03,8	Este (Logroño)	T2	Gravas y arenas	Inactivo
545,8	47 03,5	Este (Logroño)	T2	Gravas y arenas	Activo
548,7	46 99,4	Este (Logroño)	T3	Gravas y arenas	Activo
543,2	46 88,8	Este (Logroño)	D1	Gravas y arenas	Activo
516,8	47 02,6	Este (Logroño)	350a	Gravas y arenas	Inactivo
521,6	47 00,8	Este (Logroño)	350a	Gravas y arenas	Activo
522,2	46 95,0	Este (Logroño)	T1	Gravas y arenas	Inactivo
521,5	46 92,2	Este (Logroño)	A1	Gravas y arenas	Activo
526,2	47 05,2	Este (Logroño)	T1	Gravas y arenas	Intermitente
536,8	47 04,5	Este (Logroño)	T1	Gravas y arenas	Inactivo
535,8	47 04	Este (Logroño)	T1	Gravas y arenas	Inactivo
527,5	47 02,5	Este (Logroño)	T3	Gravas y arenas	Activo
524,8	47 00,9	Este (Logroño)	T3	Gravas y arenas	Inactivo
524,7	47 01,7	Este (Logroño)	T1	Gravas y arenas	Inactivo
535,8	46 97,0	Este (Logroño)	T2	Gravas y arenas	Intermitente
534,5	46 91,9	Este (Logroño)	350a	Gravas y arenas	Inactivo
527,8	46 92,8	Este (Logroño)	T1	Gravas y arenas	Activo
528,8	46 92,7	Este (Logroño)	T1	Gravas y arenas	Inactivo

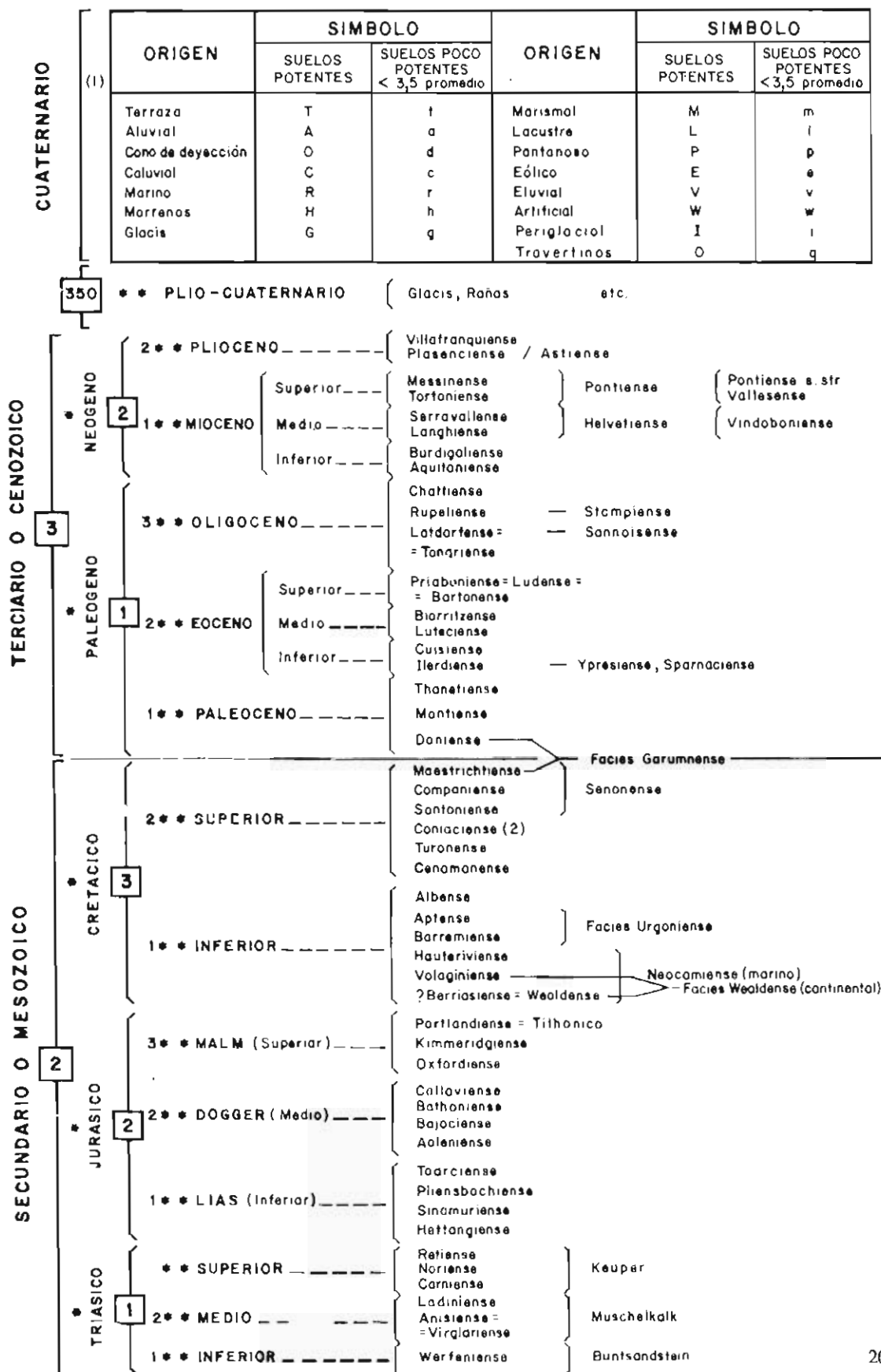
## 6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

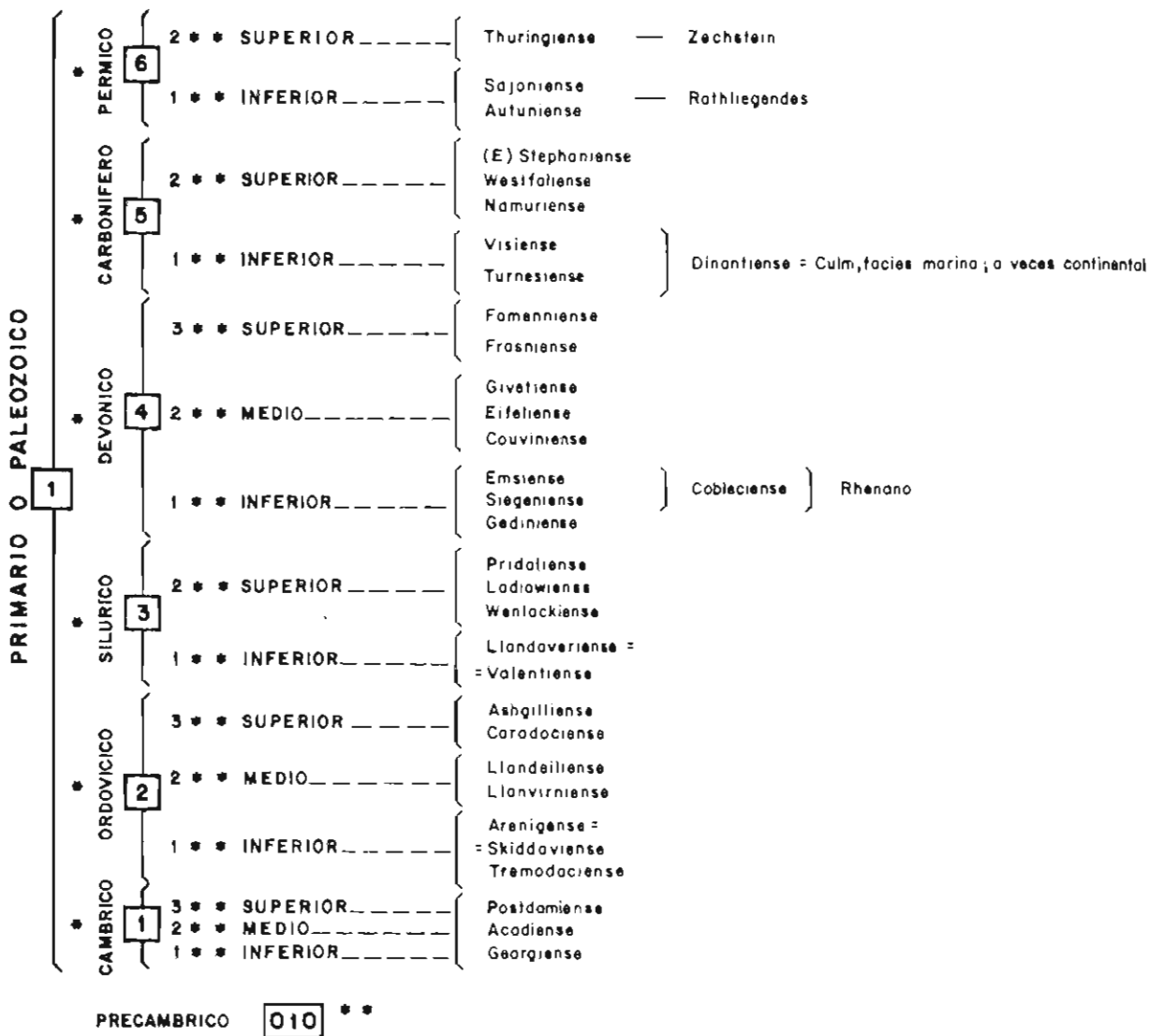
- COLCHEN, M., (1974).— «Géologie de la Sierra de La Demanda. Burgos-Logroño (Espagne)». Memoria del Instituto Geológico y Minero de España, T. 5, Madrid.
- CRUSAFONT, M. *et al.*, (1966).— «Contribución al conocimiento de la estratigrafía del Terciario continental de Navarra y la Rioja». Notas y comunicaciones del I.G.M.E., nº 90, pp. 53-76.
- GARRIDO MEGIAS, A. y VILLENA MORALES, J., (1977).— «El Trías Germánico en España, Paleogeografía y Estudio Secuencial». Cuadernos de Geología Ibérica, nº 4, Triásico y Pérmico de España, pp. 37-57.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1970).— «Mapa Geológico de España nº 20 (Burgos), escala: 1/200.000». Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1970).— «Mapa Geológico de España nº 21 (Logroño), escala: 1/200.000». Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1976).— «Mapa de Rocas Industriales nº 20 (Burgos), escala: 1/200.000». Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1976).— «Mapa de Rocas Industriales nº 21 (Logroño), escala: 1/200.000». Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1978).— «Memoria explicativa de la Hoja nº 169 (Casalzarreina), escala: 1/50.000, 2ª Serie, MAGNA». Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1979).— «Memoria explicativa de la Hoja nº 170 (Haro), escala: 1/50.000, 2ª Serie, MAGNA». Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1976).— «Memoria explicativa de la Hoja nº 204 (Logroño), escala: 1/50.000, 2ª serie, MAGNA». Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1978).— «Memoria explicativa de la Hoja nº 239 (Pradoluengo), escala: 1/50.000, 2ª serie, MAGNA». Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1978).— «Memoria explicativa de la Hoja nº 240 (Ezcaray), escala: 1/50.000, 2ª serie, MAGNA». Madrid.
- MOPU, (1975).— «Firmes flexibles. Instrucción de carreteras. Norma 6.1.IC».
- MOPU, (1975).— «Firmes rígidos. Instrucción de carreteras. Norma 6.2.IC».
- MOPU, (1975).— «Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes».
- POL, C., (1975).— «Estratigrafía y Paleogeografía de los sedimentos cretácicos, paleógenos y miocenos del borde Este de la Cuenca del Duero». Servicio de Publicaciones e intercambio de la Universidad de Oviedo. Resumen de la Tesis Doctoral, pp. 59.
- REY FORISSEN, A., (1969).— «Estudio geológico de la provincia de Logroño». Instituto Geológico y Minero de España.
- RIBA, O., (1954).— «Sobre la edad de los conglomerados terciarios al Norte de las Sierras de la Demanda y Cameros». Notas y Comunicaciones del I.G.M.E., nº 39, pp. 39-50.

## 7. ANEJOS

7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS

COLUMNA ESTRATIGRAFICA





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

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

(2) Es discutido la pertenencia del Comociense al Senonense.

- \* Los grupos litológicos indeterminados estratigráficamente se denominarán con la primera cifra correspondiente a la era añadiendo dos ceros como signo de indeterminación para el periodo y época.

En caso de indeterminación de la época, se denominarán los grupos litológicos con los cifras correspondientes a la era y periodo añadiendo un cero como signo de indeterminación.

- \*\* Cuando existan varios grupos litológicos dentro de la misma época, se denominarán con el número estratigráfico correspondiente, al que se agregará la letra (a, b, c, ...etc) para diferenciarlos entre sí.

## 7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS

### INTRODUCCION

Con objeto de precisar, en lo posible, los conceptos más importantes utilizados en las descripciones geotécnicas de los materiales del Tramo, a continuación se señalan los criterios utilizados en la exposición de características del terreno tales como ripabilidad, estabilidad de taludes, capacidad portante y niveles freáticos, entre otras.

Al no disponer de ensayos, se ha buscado apoyo en los resultados correspondientes a otros materiales geotécnicamente equivalentes a los aquí estudiados, y se ha hecho una evaluación comparativa entre ambos. Para ello se han tenido en cuenta los datos de campo (datos sobre taludes naturales y desmontes, comportamiento geotécnico de los mismos, escorrentía de las aguas superficiales, permeabilidad de las formaciones, observaciones sobre el estado de los firmes de las carreteras existentes en la zona, alterabilidad y erosionabilidad de los materiales, etc.). Con estos datos, recogidos sobre el terreno, se ha pretendido dar un orden de magnitud de los valores correspondientes a los distintos conceptos geotécnicos, para que sirvan de base a futuros estudios.

### RIPABILIDAD

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

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

### CAPACIDAD PORTANTE

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



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

## ESTABILIDAD DE TALUDES

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

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

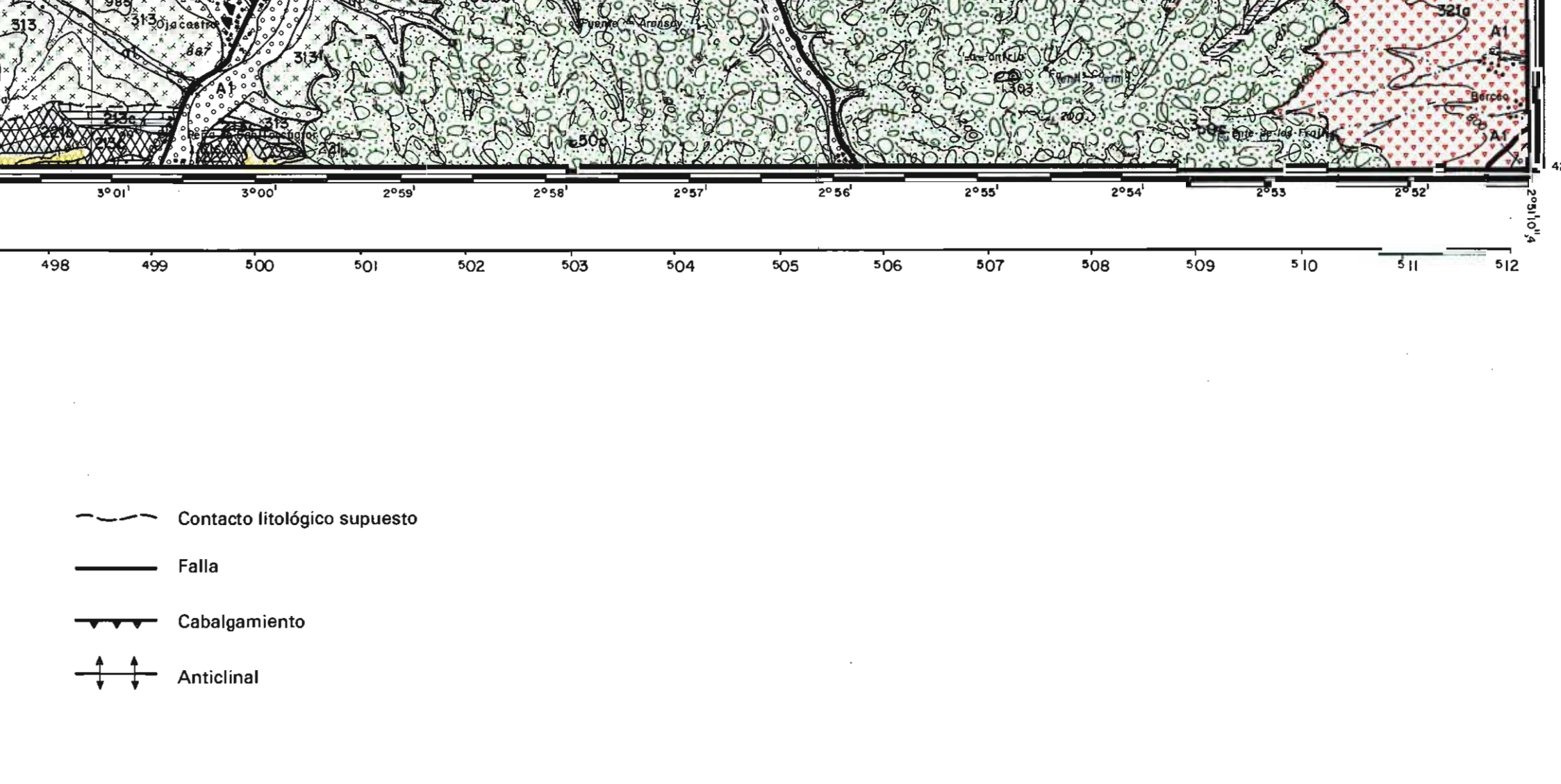
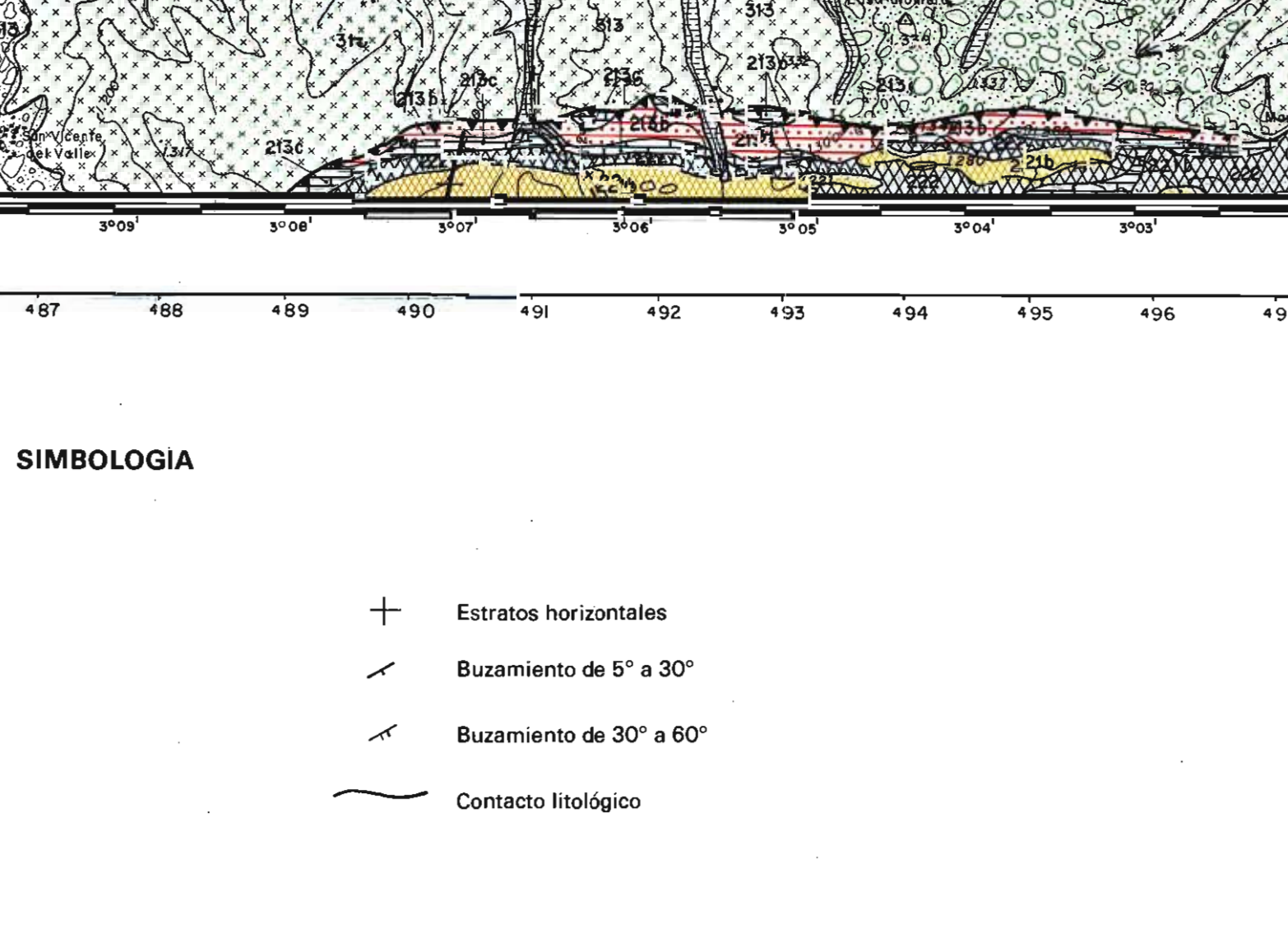
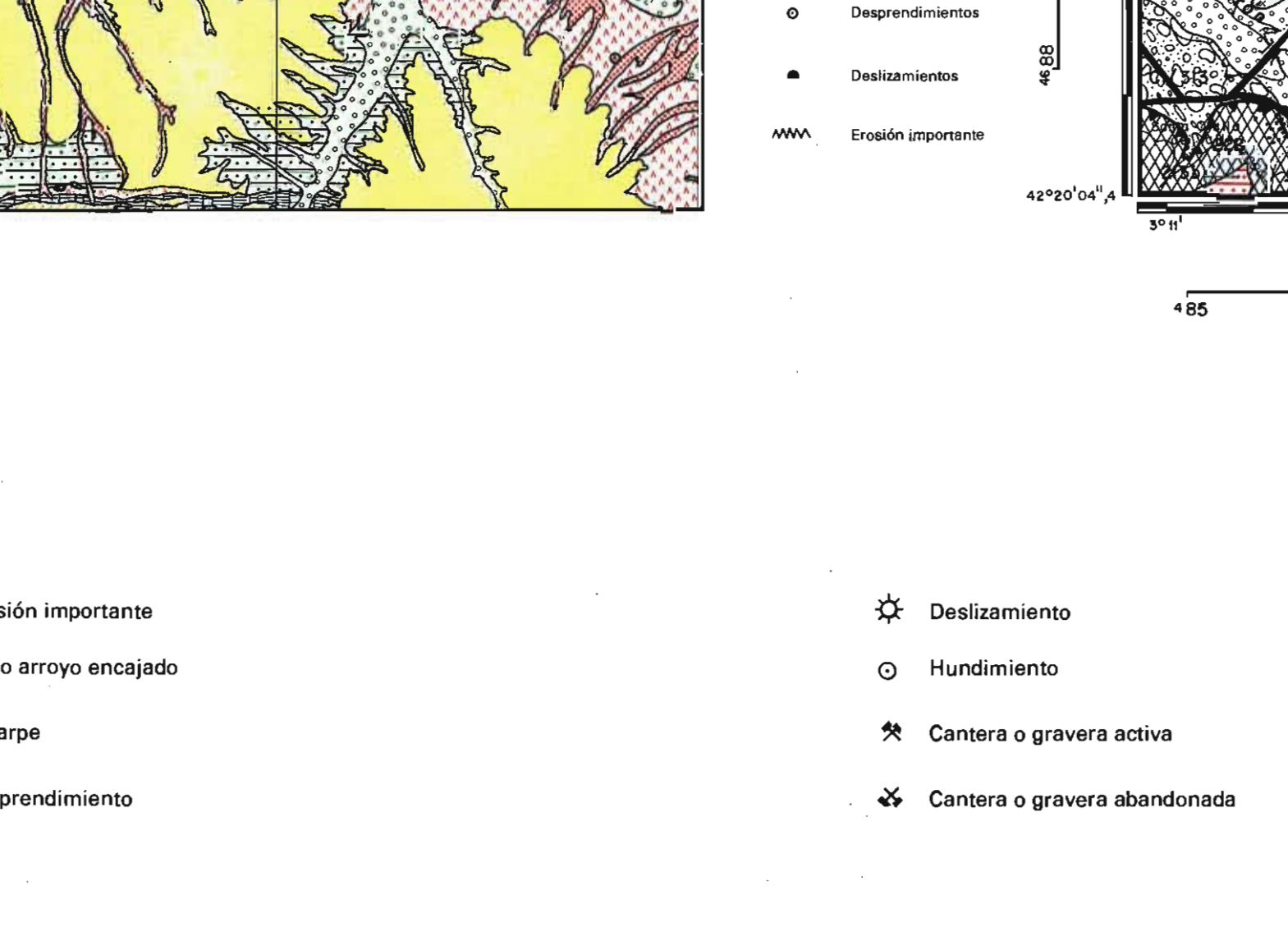
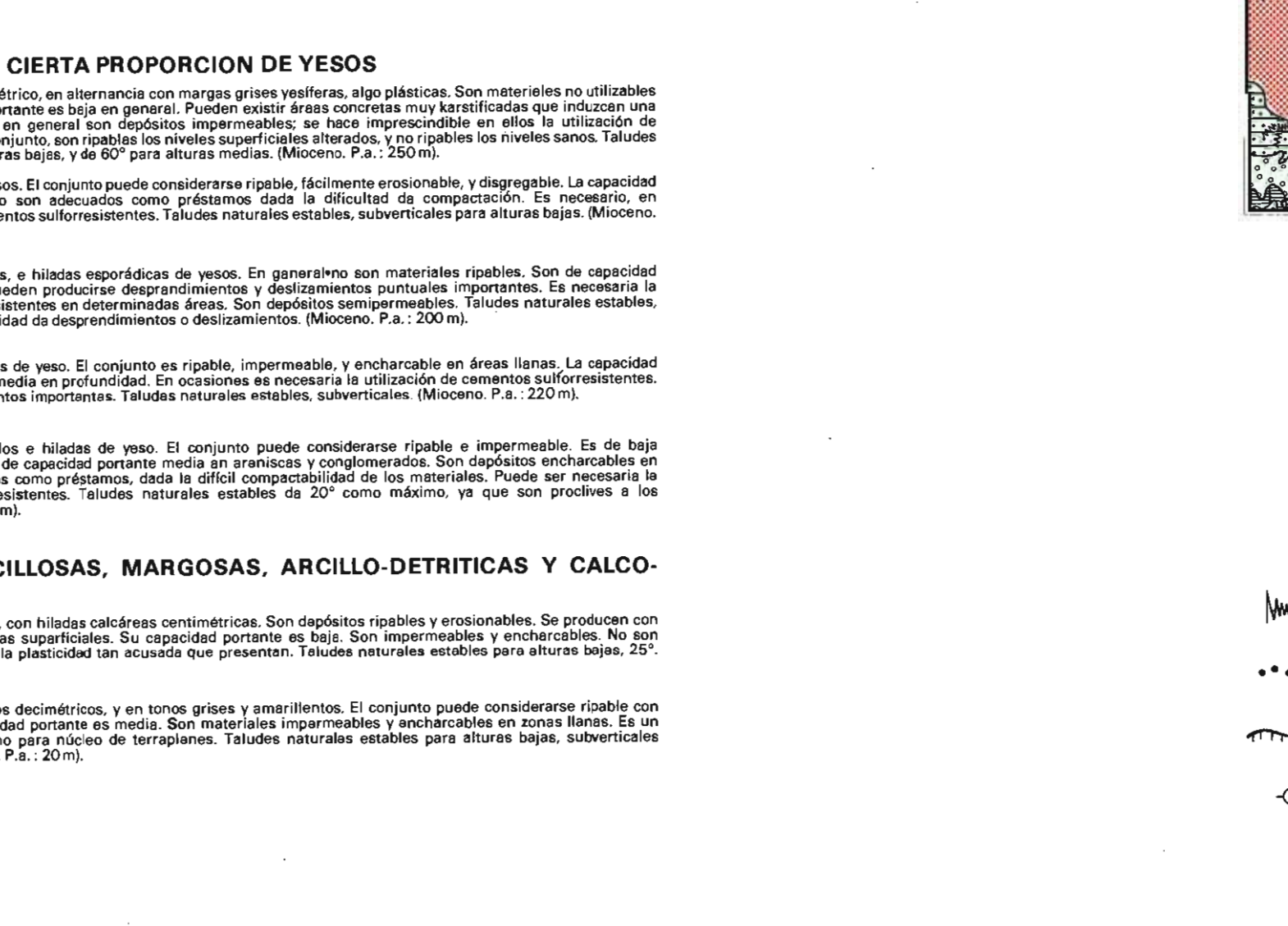
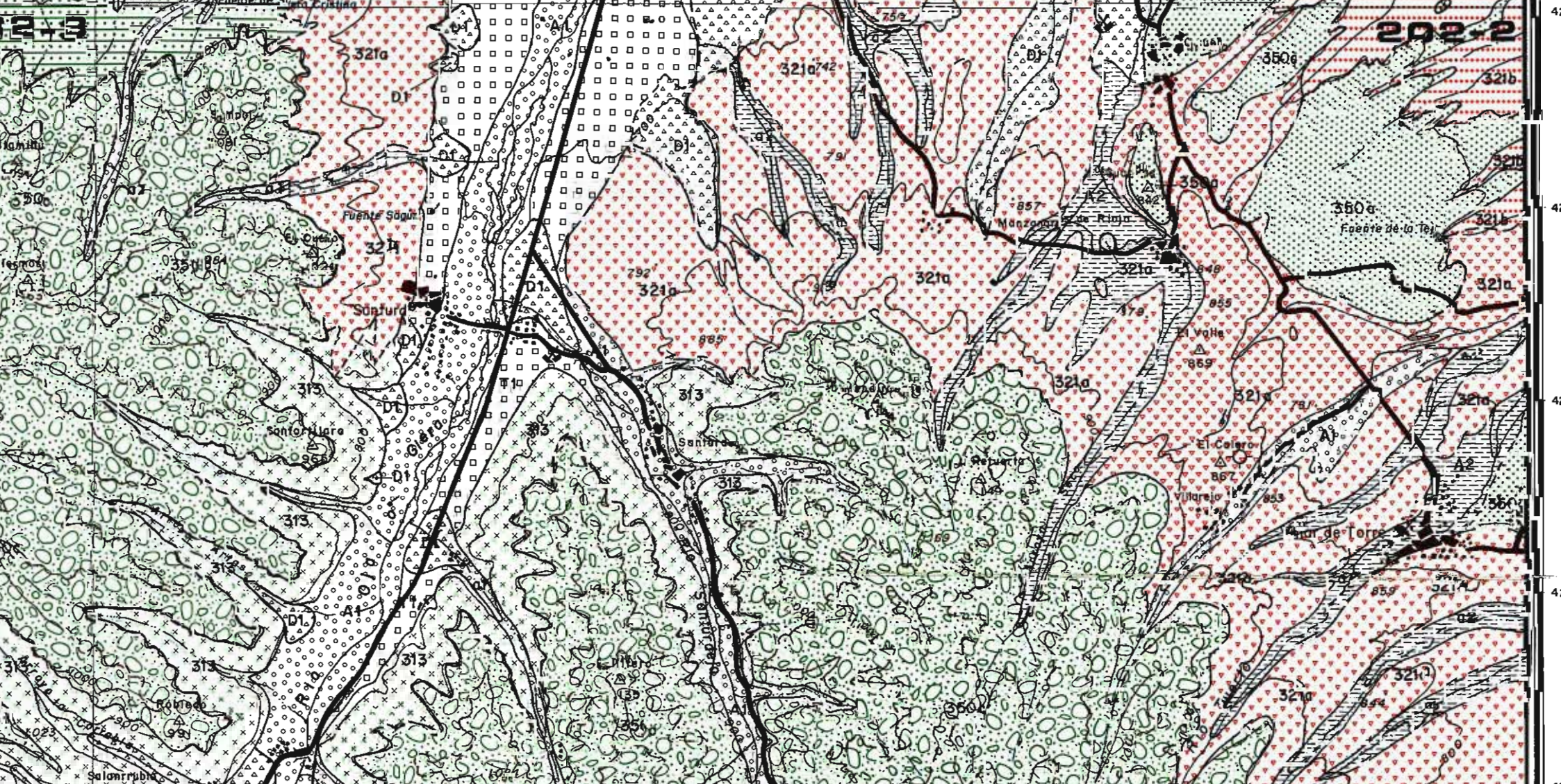
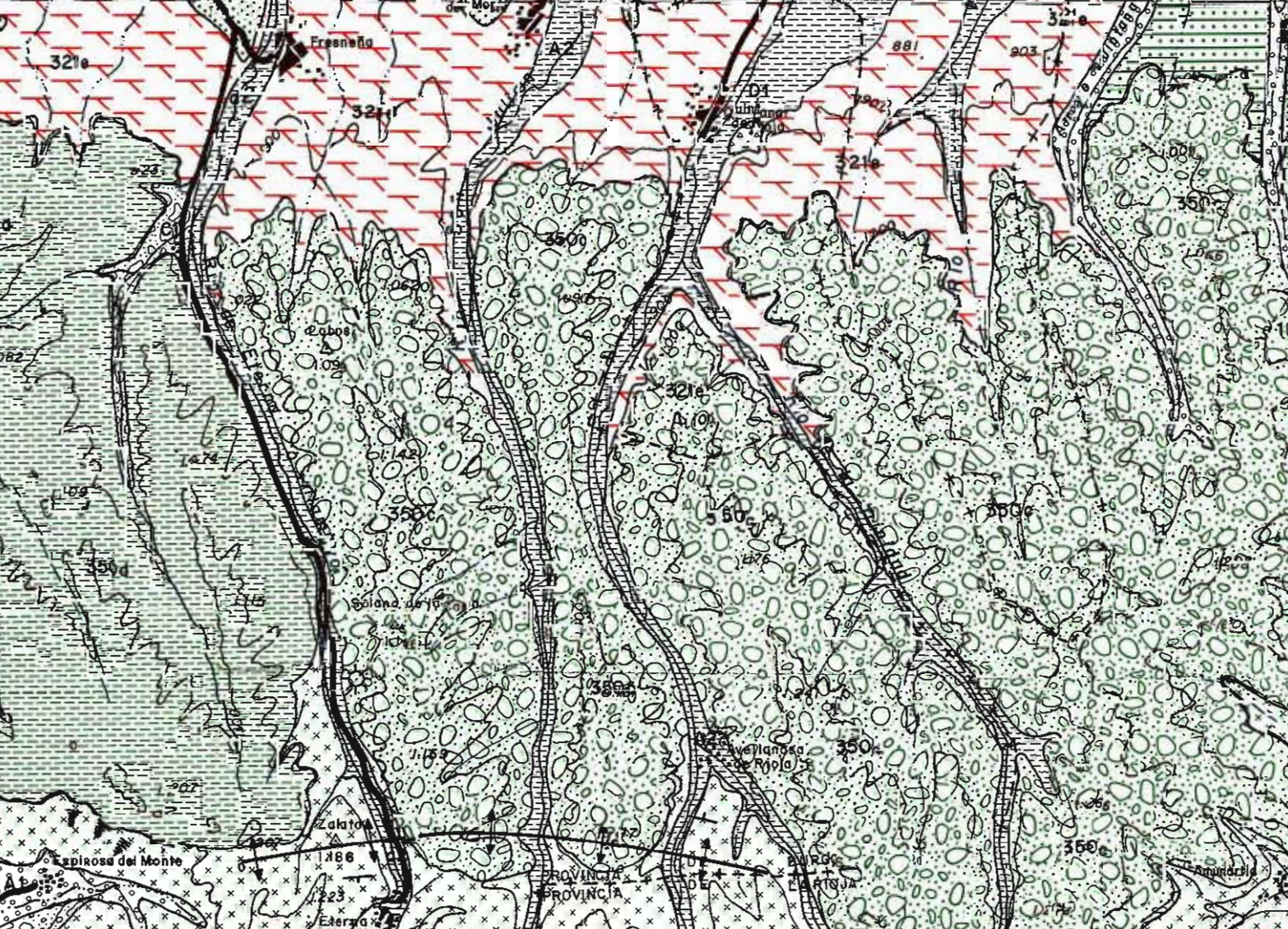
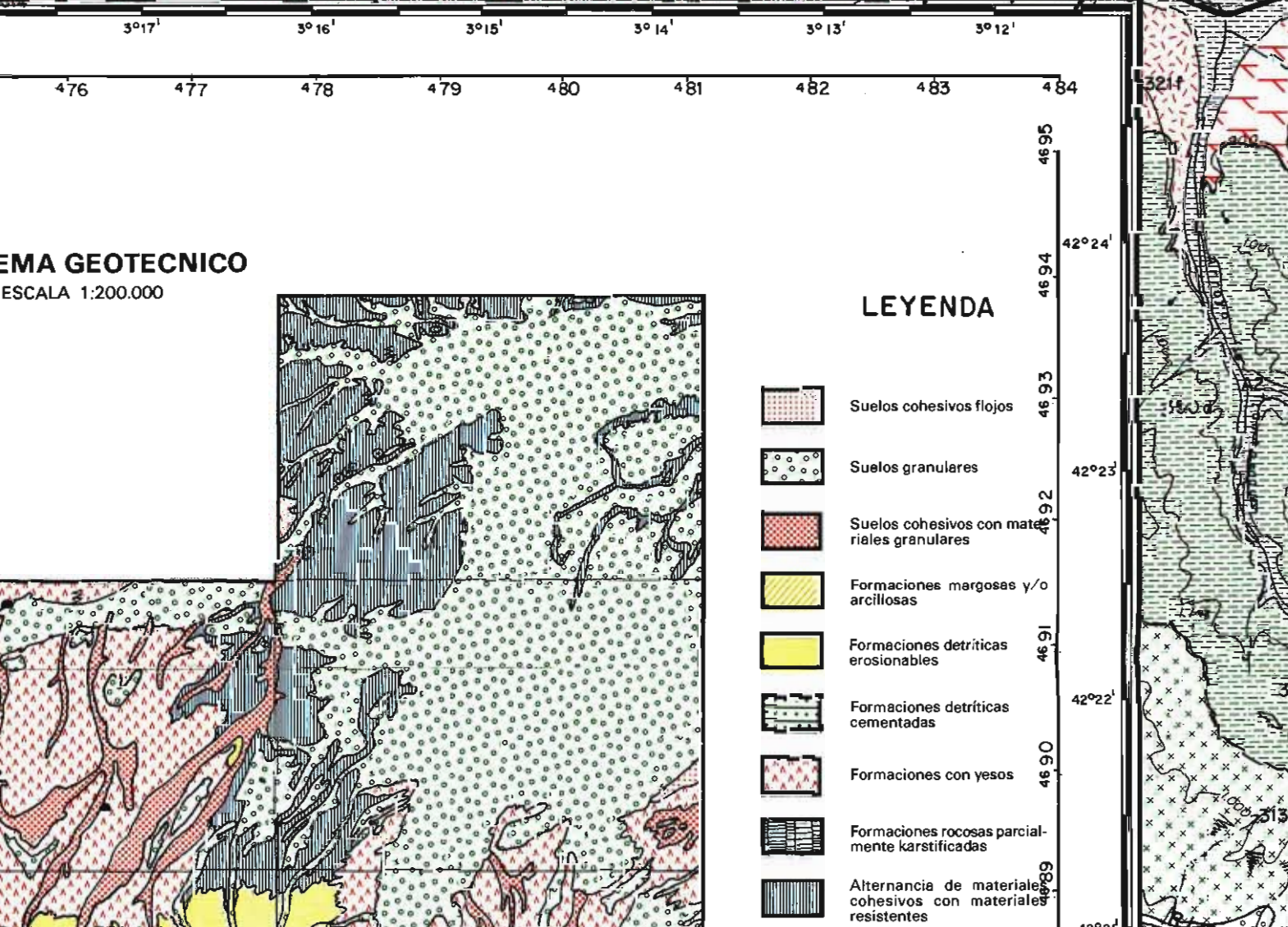
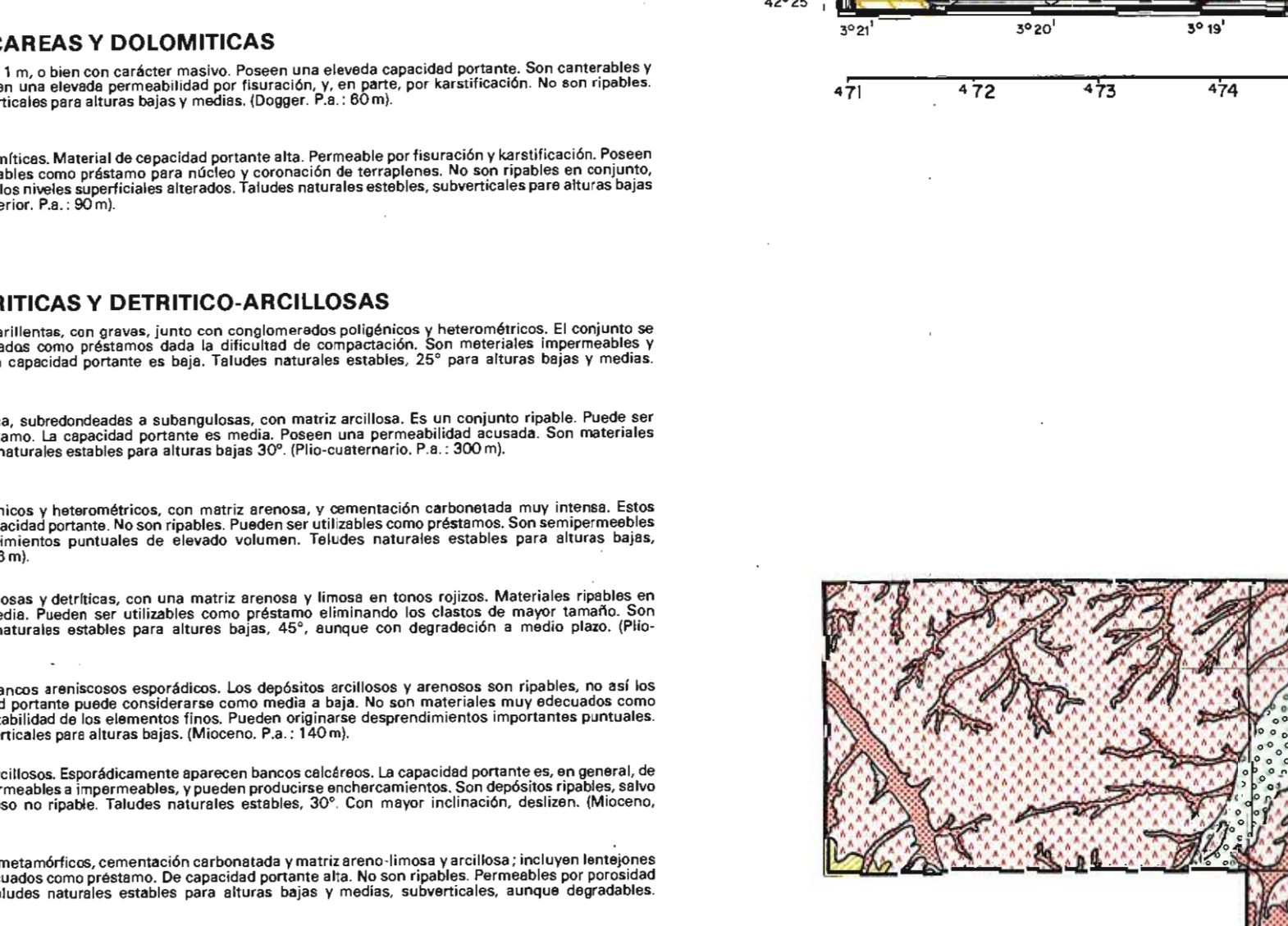
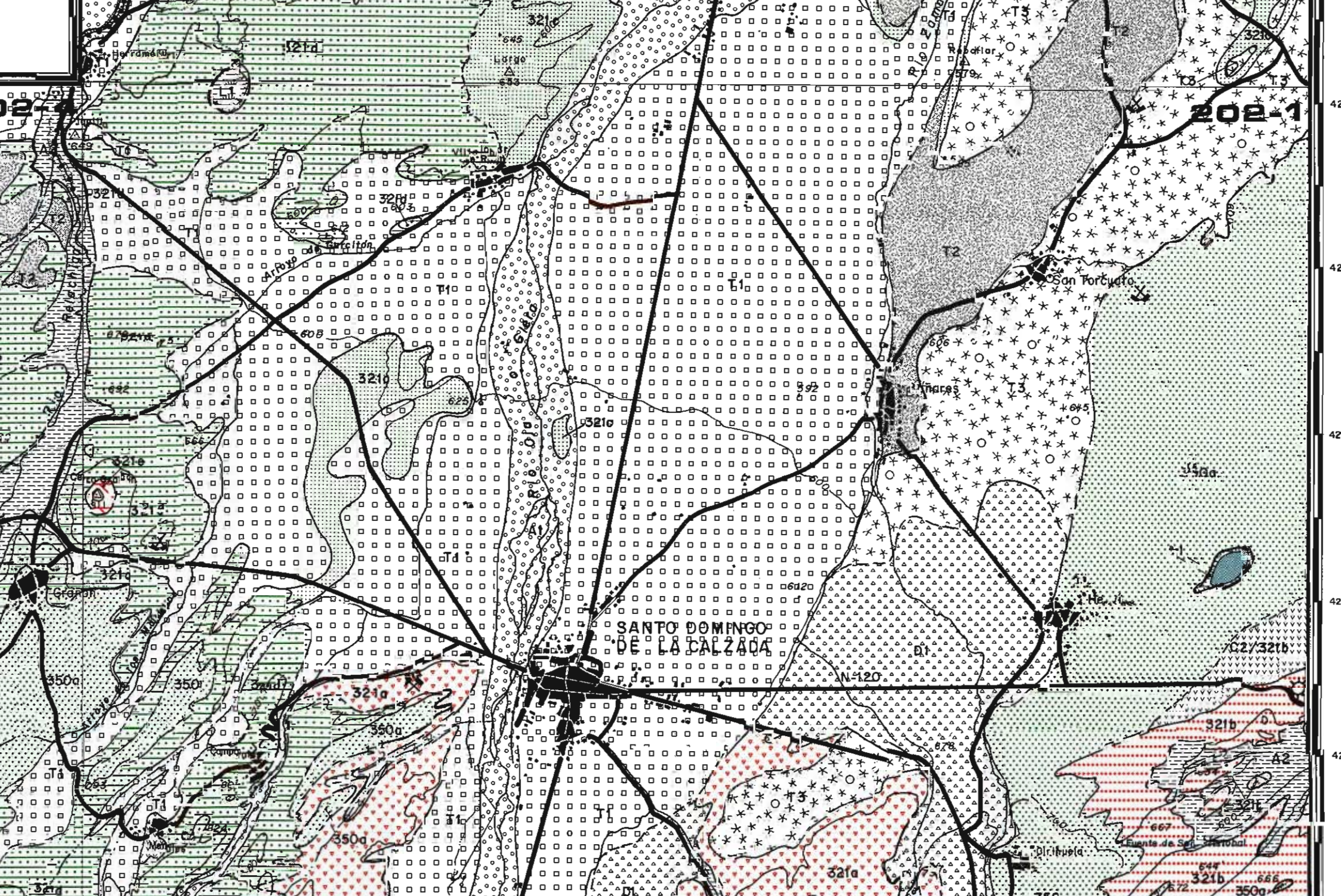
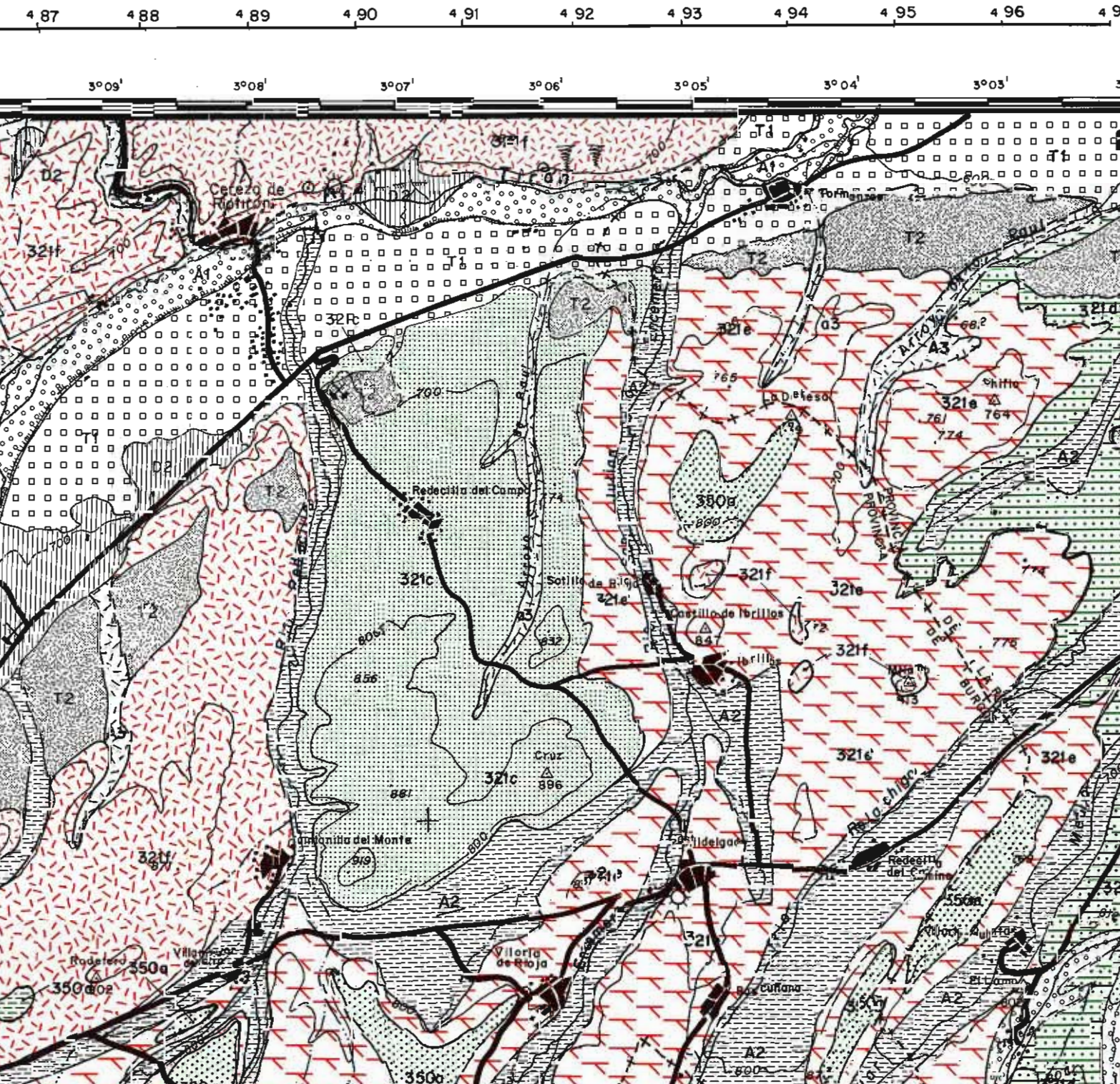
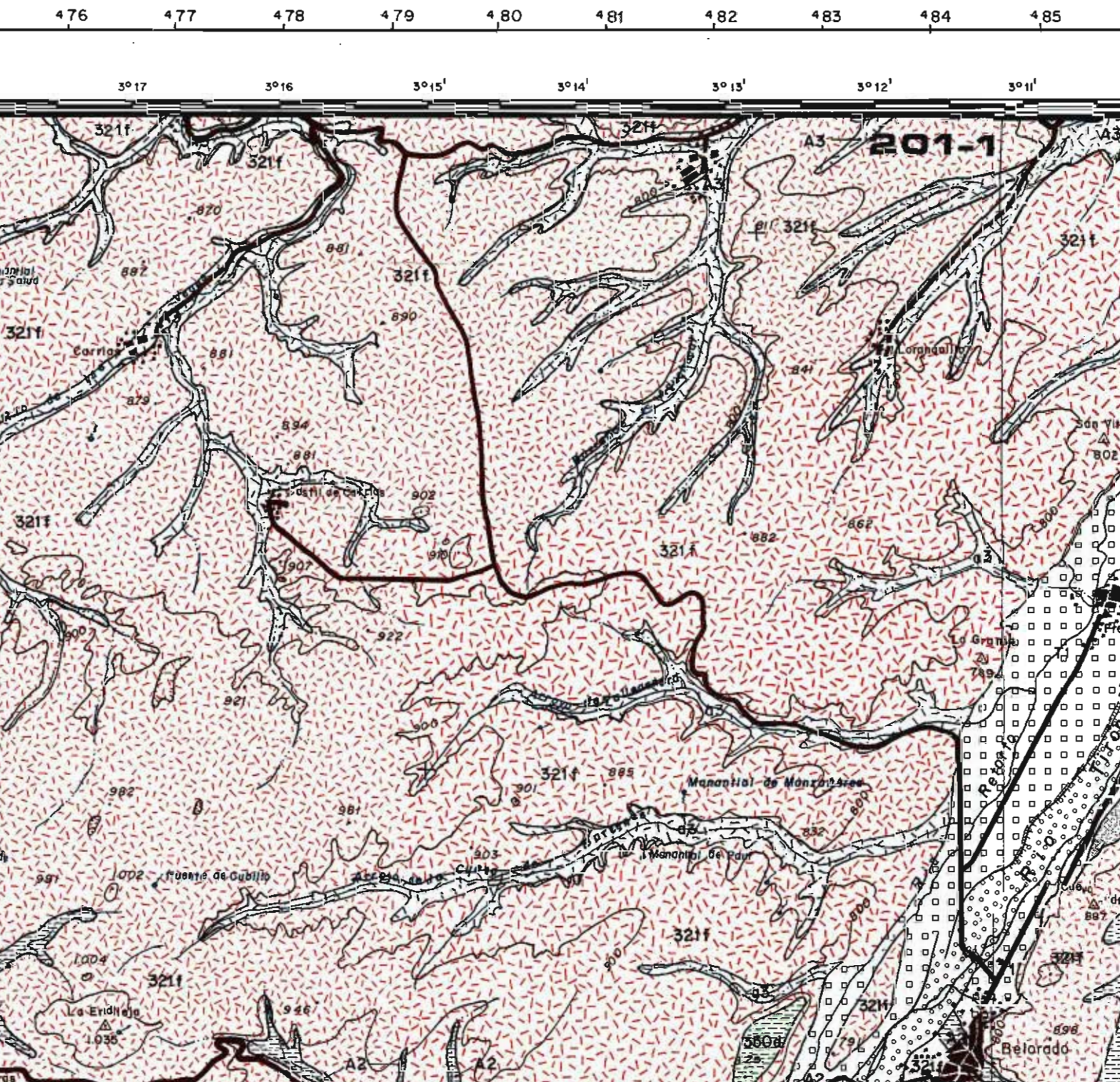
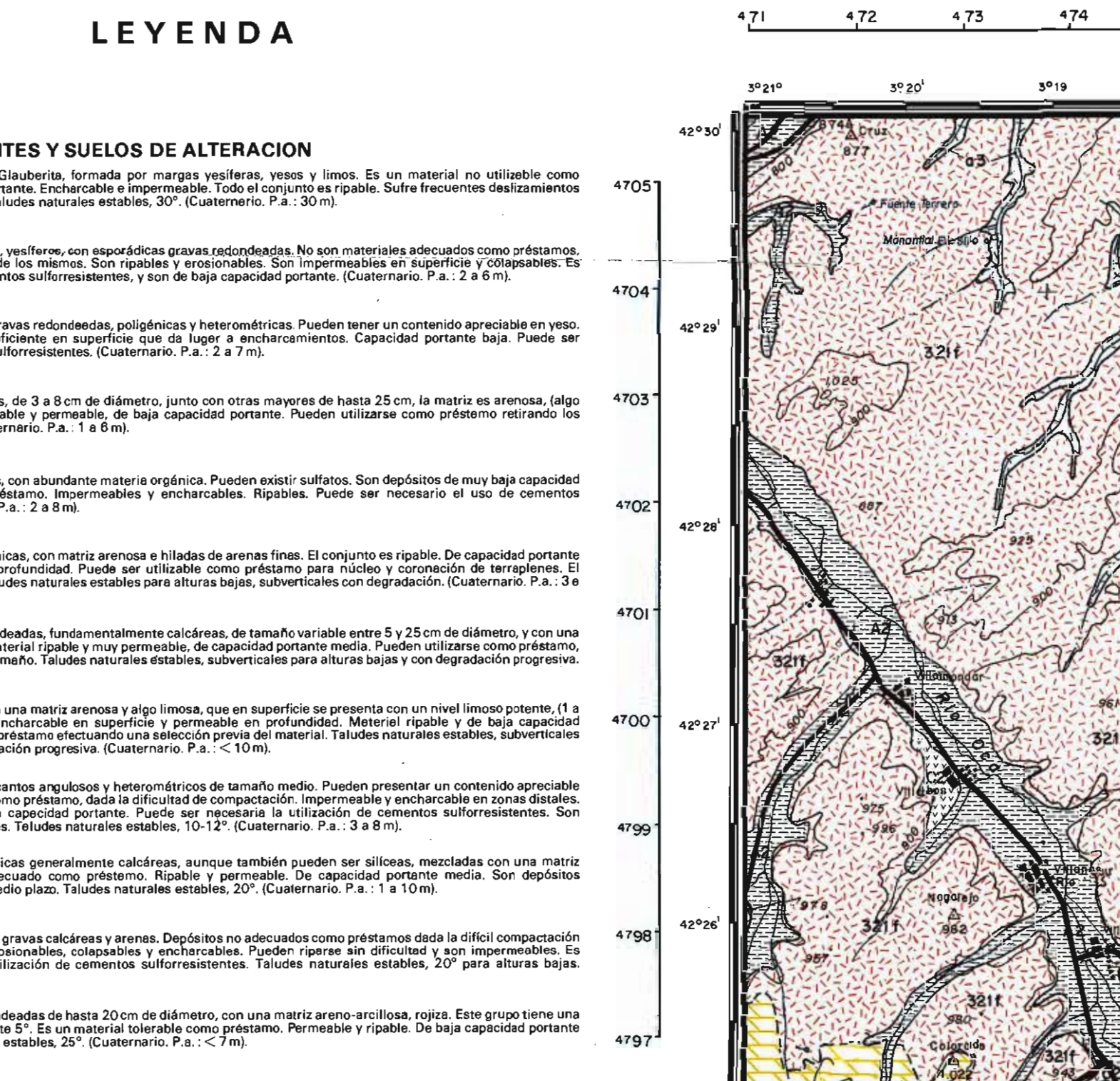
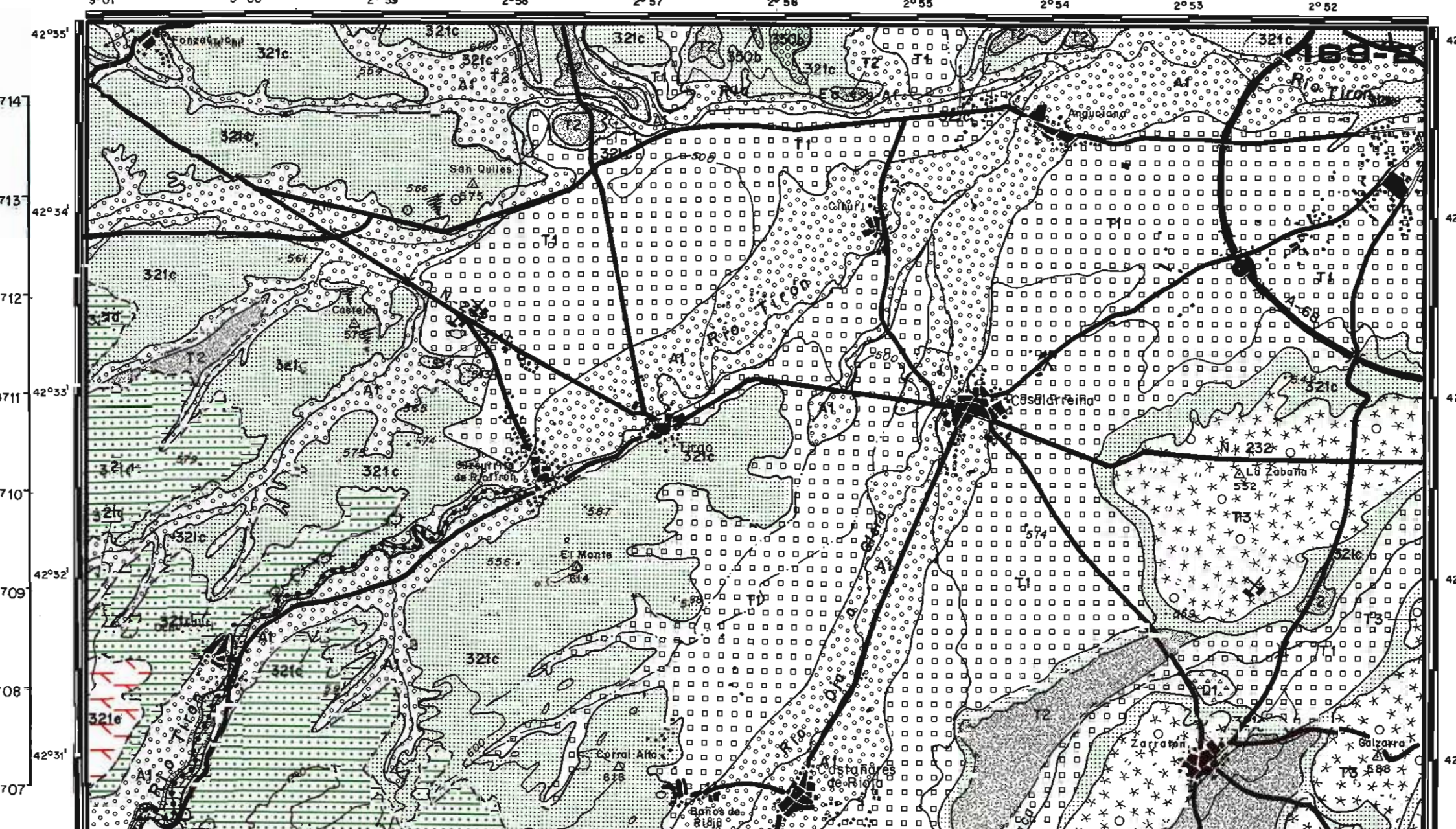
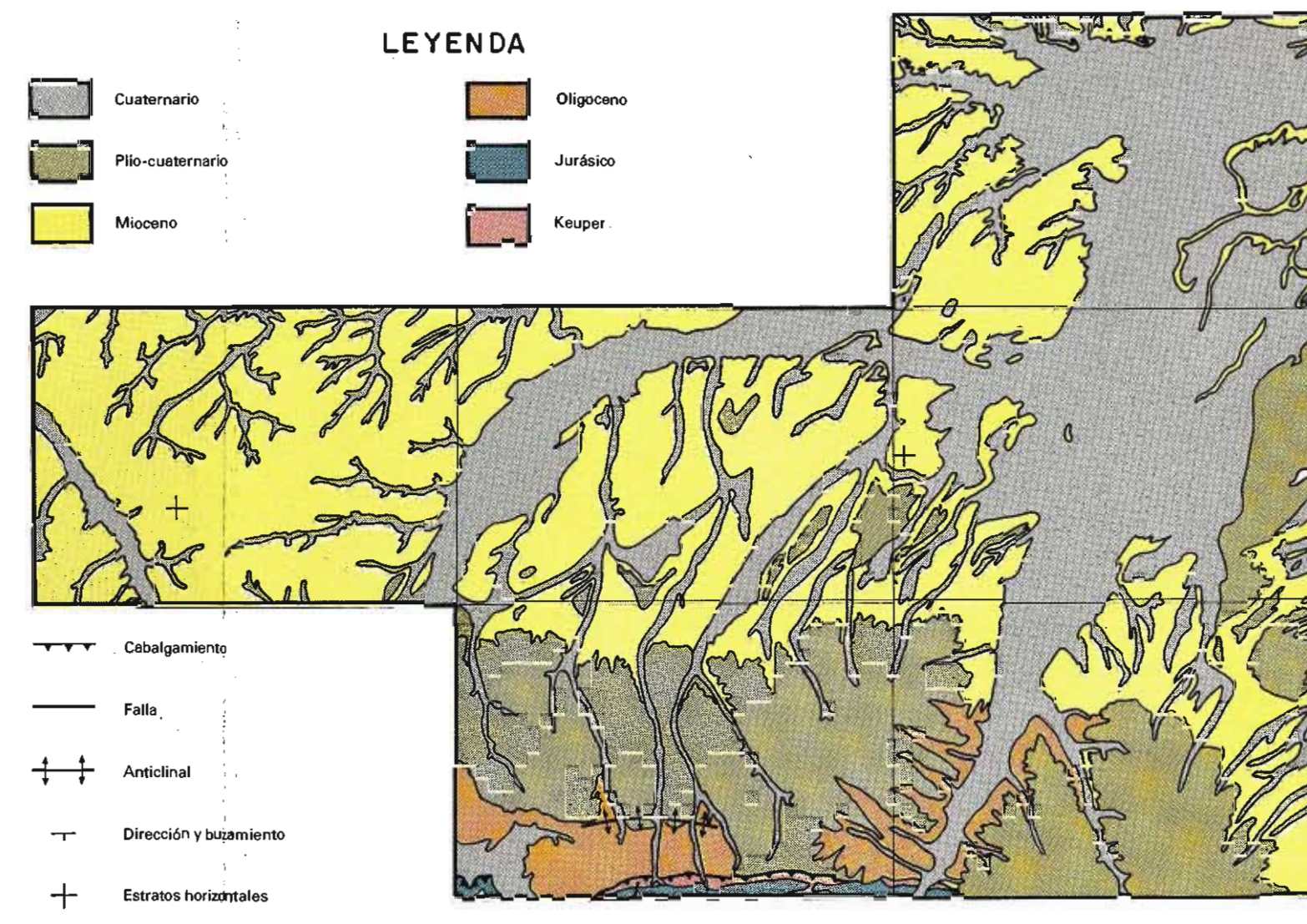
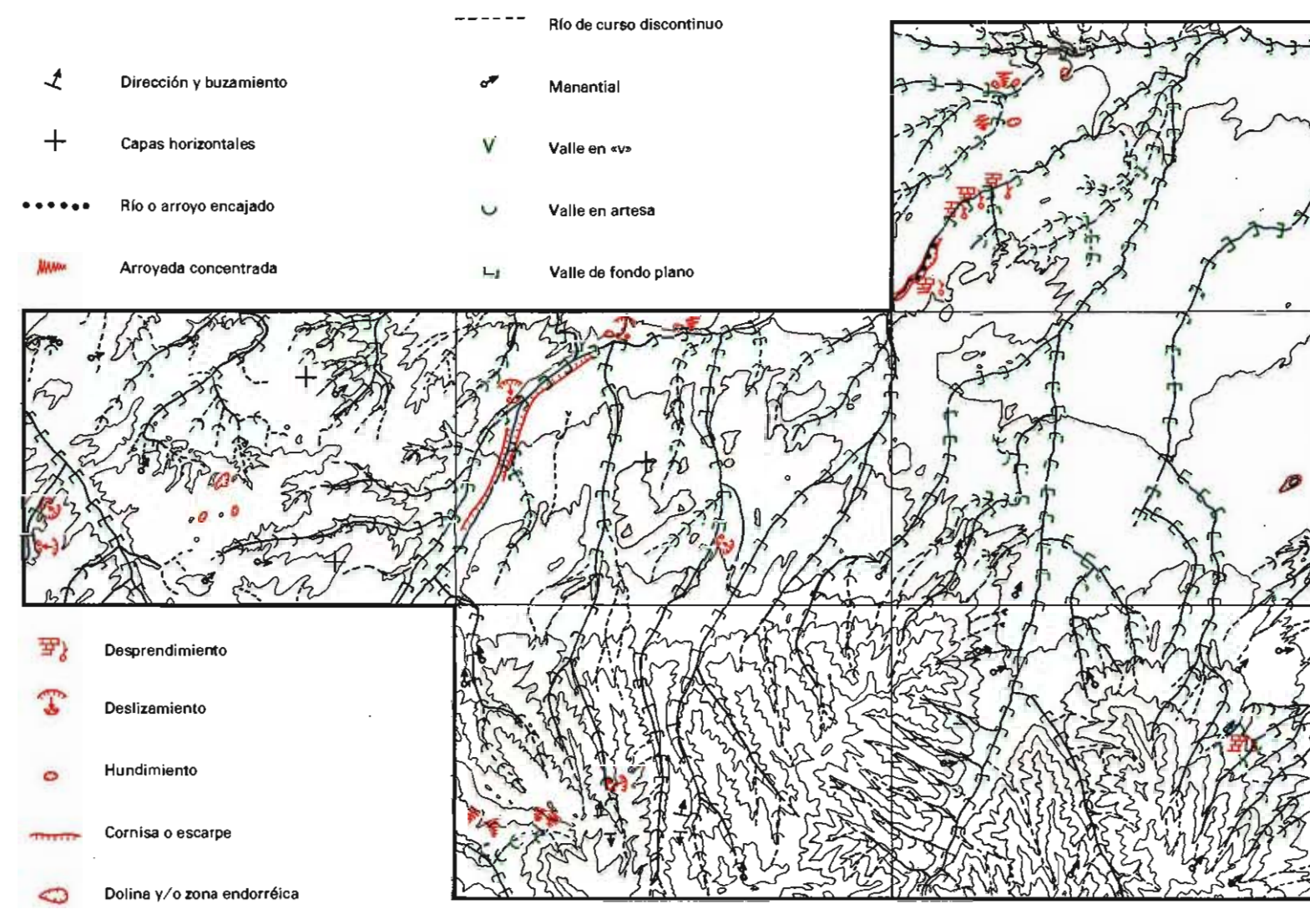
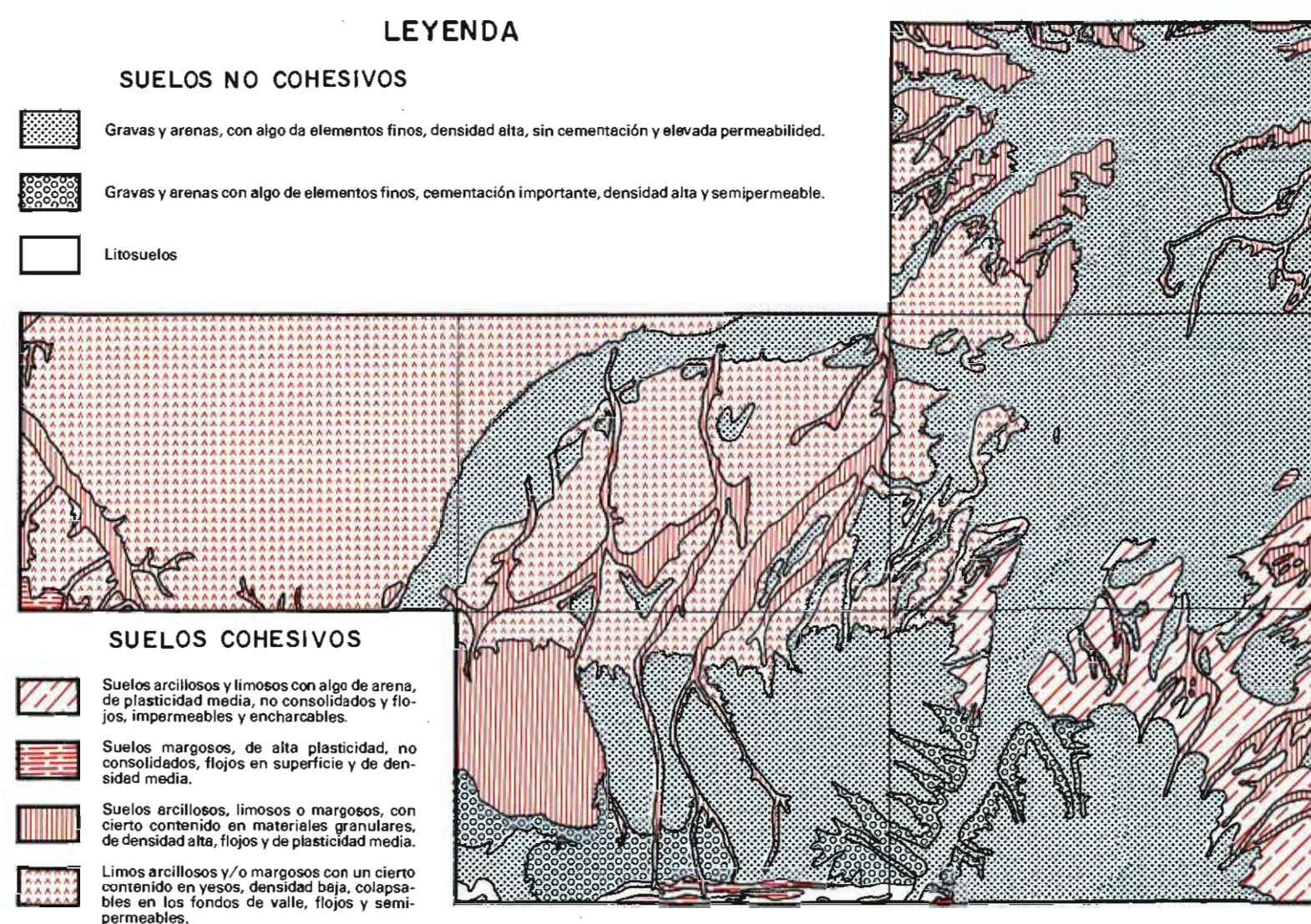
Para indicar la inclinación de los taludes, salvo en los casos en que se especifica su valor, se han utilizado las palabras « subvertical » (ángulo de más de 65°) y « subhorizontal » (ángulo de menos de 10°).

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

## DRENAJE

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

## PLANOS



Nota: Cuando una formación tiene una potencia aproximada (P.a.) menor de 3 m, se ha cartografiado con letra minúscula. (Ej.: a2).

LEYENDA

- DEPOSITOS RECIENTES Y SUELOS DE ALTERACION
A2 Arcillas, marges y arenas, con gravas redondeadas, poligonicas y heterometricas. Pueden tener un contenido apreciable en yeso. Material utilizable en superficie con la adecuada compactacion. (Custerman, P.A.: 2 a 7 m).

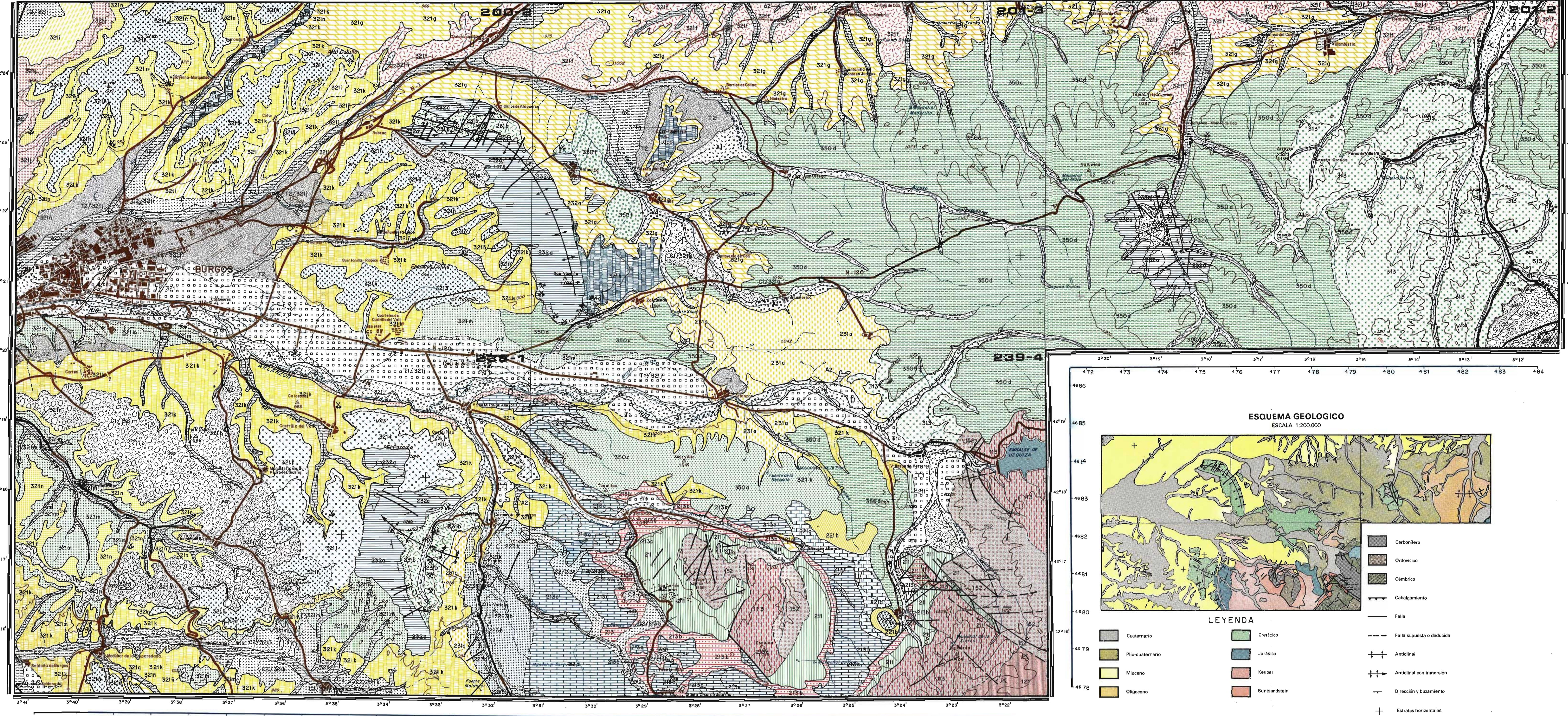
- FORMACIONES CALCAREAS Y DOLOMITICAS
321a Calizas ocreas, morichas y blancuizas, que intercalan bancos margosos grises. Los bancos calcareos son permeables por karstificacion y los margos son impermeables. Capacidad portante media en calizas y baja en margos. (Micoico, P.A.: 30 m).

- FORMACIONES DETRITICAS Y DETRITICO-ARCILLOSAS
350f Limolitas rojas, en ocasiones amarillentas, con gravas, junto con conglomerados poligonales y heterometricos. El conjunto se considera ripable. No son adecuadas como prestamo. (Custerman, P.A.: 100 m).

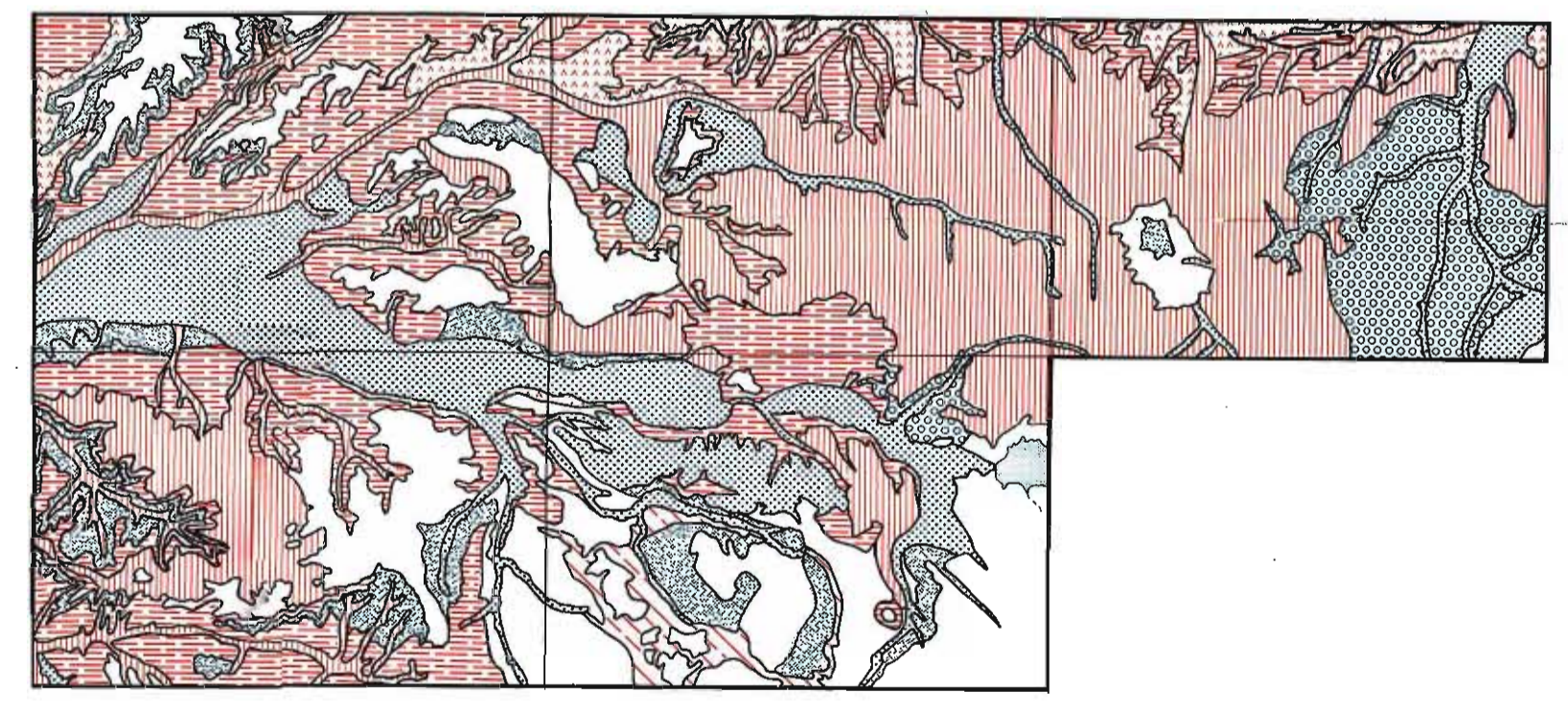
- FORMACIONES CON CIERTA PROPORCION DE YESOS
321j Yesos blancos, sacrosos o amarillos, con cierta margosa en tonos grises. Son materiales en general ripables, aunque localmente sea necesario la utilizacion de mortero autolevante. Se recomienda la utilizacion de cementos sulfatoresistentes. Pueden presentar una karstificacion importante que los permite ser, localmente, impermeables. La capacidad portante es media. No son recomendables como material de prestamo. Taludes naturales estables, subverticales para alturas bajas. (Micoico, P.A.: 50 m).

- FORMACIONES ARCILLOSAS, MARGOSAS, ARCILLO-DETRITICAS Y CALCO-MARGOSAS
321n Arcillas en tonos claros, arenas blancuizas y calizas ocreas. No son materiales adecuados como prestamo, dada la dificultad de consolidacion de las arcillas. No son ripables las arenas y arcillas, y no ripables las calizas. La capacidad portante es baja en calizas y alta en arenas y arcillas. El conjunto puede considerarse impermeable, excepto en calizas donde la permeabilidad es alta. Taludes naturales estables para alturas bajas. (Micoico, P.A.: 30 m).

- FORMACIONES PIZARROSAS Y METAARENISICAS CON CONGLOMERADOS
152 Conglomerado basico de cuarzo, feldespatos y arenas. Por encima aparece una sucesion de pizarras negras, lisas, que intercalan niveles detriticos de metaarenas. Estas, esporadicamente, ocreas y capas de carbón. Material impermeable en superficie e impermeable en profundidad. Formacion sana no ripable. Capacidad portante alta en profundidad. Taludes naturales estables, 20° siempre que no exista desmenuzamiento o desintegracion. (Custerman, P.A.: 60 m).

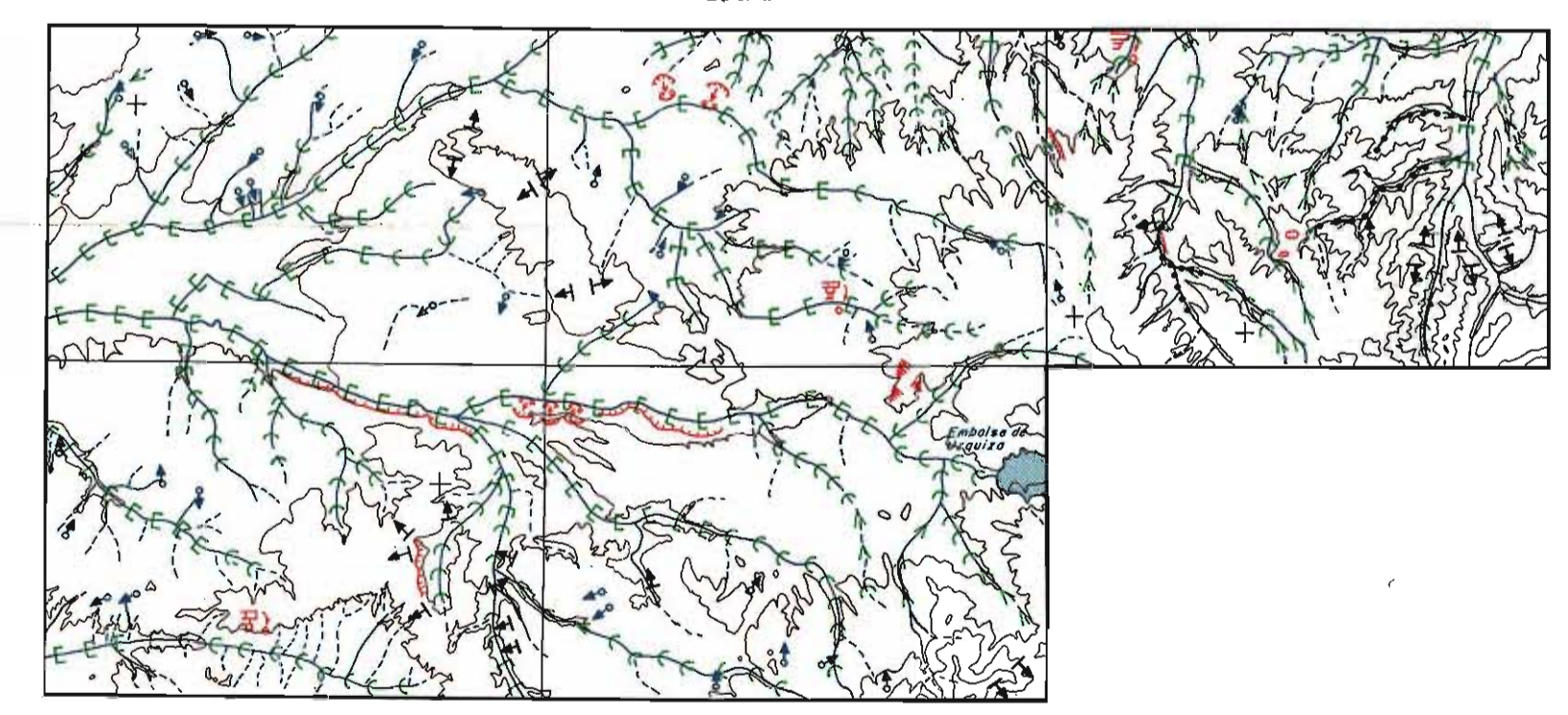


ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR ESCALA 1:200.000



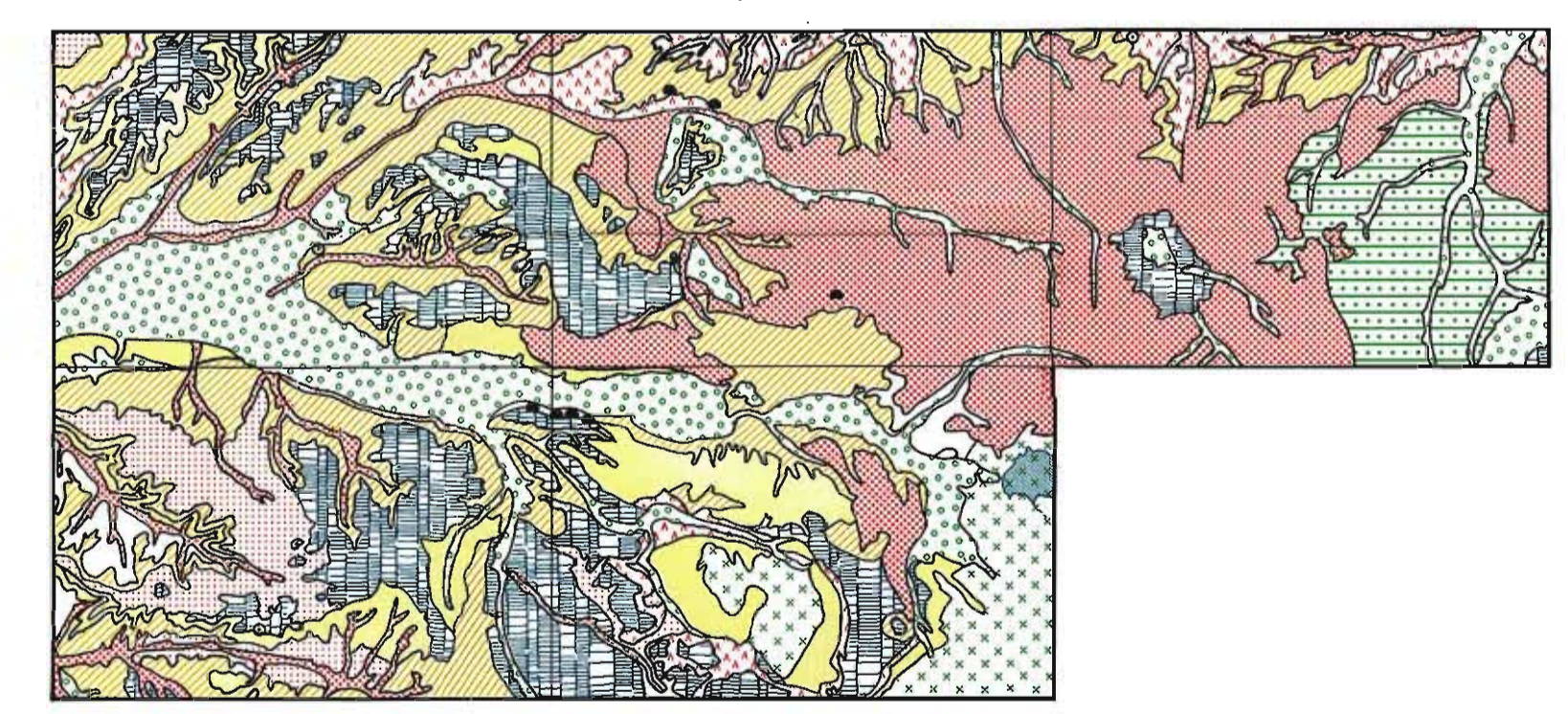
- LEYENDA
SUELOS COHESIVOS
SUELOS NO COHESIVOS
+ Capas horizontales
+ Capas inclinadas
+ Capas verticales

ESQUEMA GEOMORFOLOGICO ESCALA 1:200.000



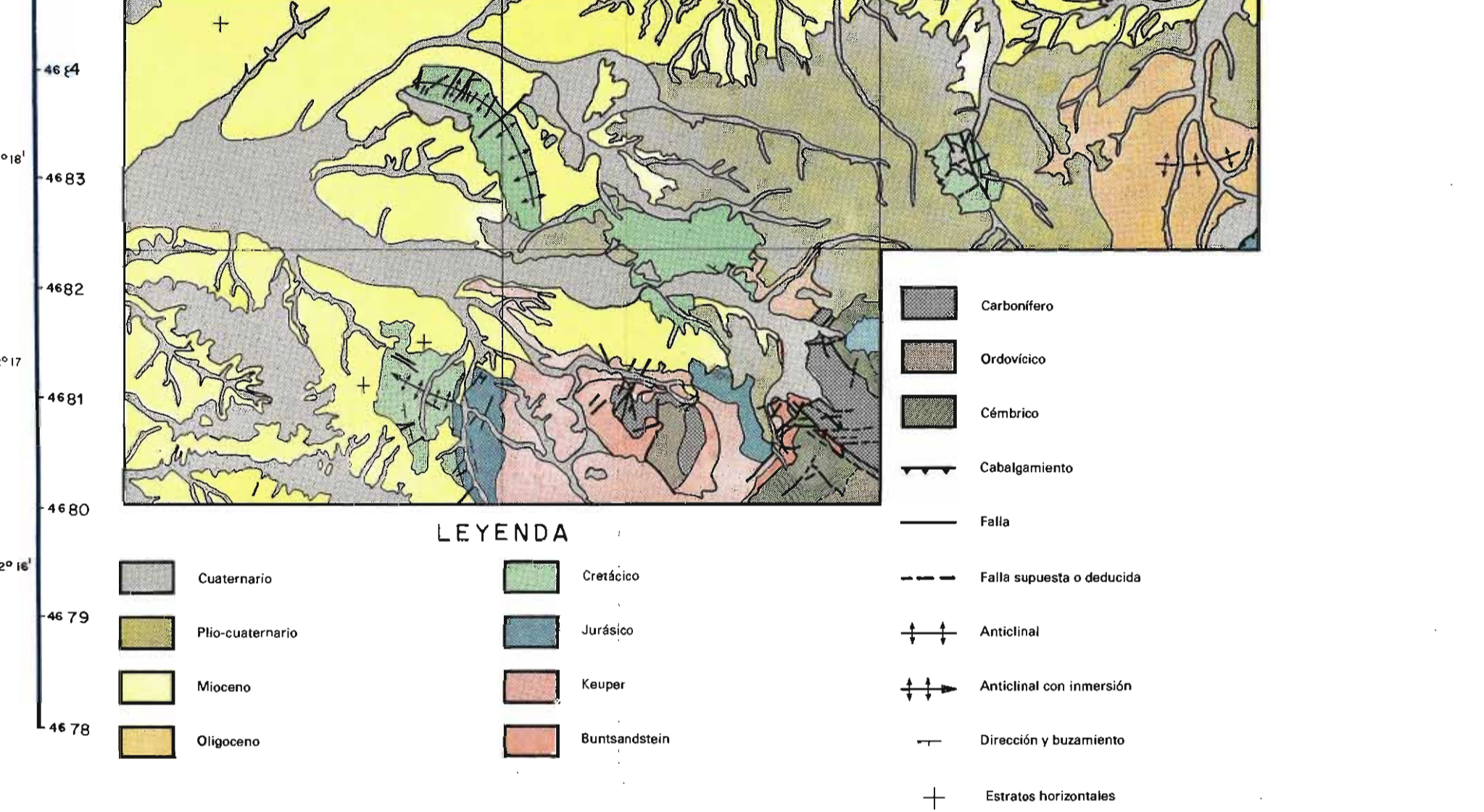
- LEYENDA
+ Capas horizontales
+ Capas inclinadas
+ Capas verticales
+ Deslizamiento
+ Deslizamiento importante

ESQUEMA GEOTECNICO ESCALA 1:200.000



- LEYENDA
Formaciones detriticas erosionables
Formaciones detriticas cementadas
Formaciones con yesos
Formaciones rocosas estables y resistentes
Formaciones margosas y/o arcillosas

ESQUEMA GEOLOGICO ESCALA 1:200.000

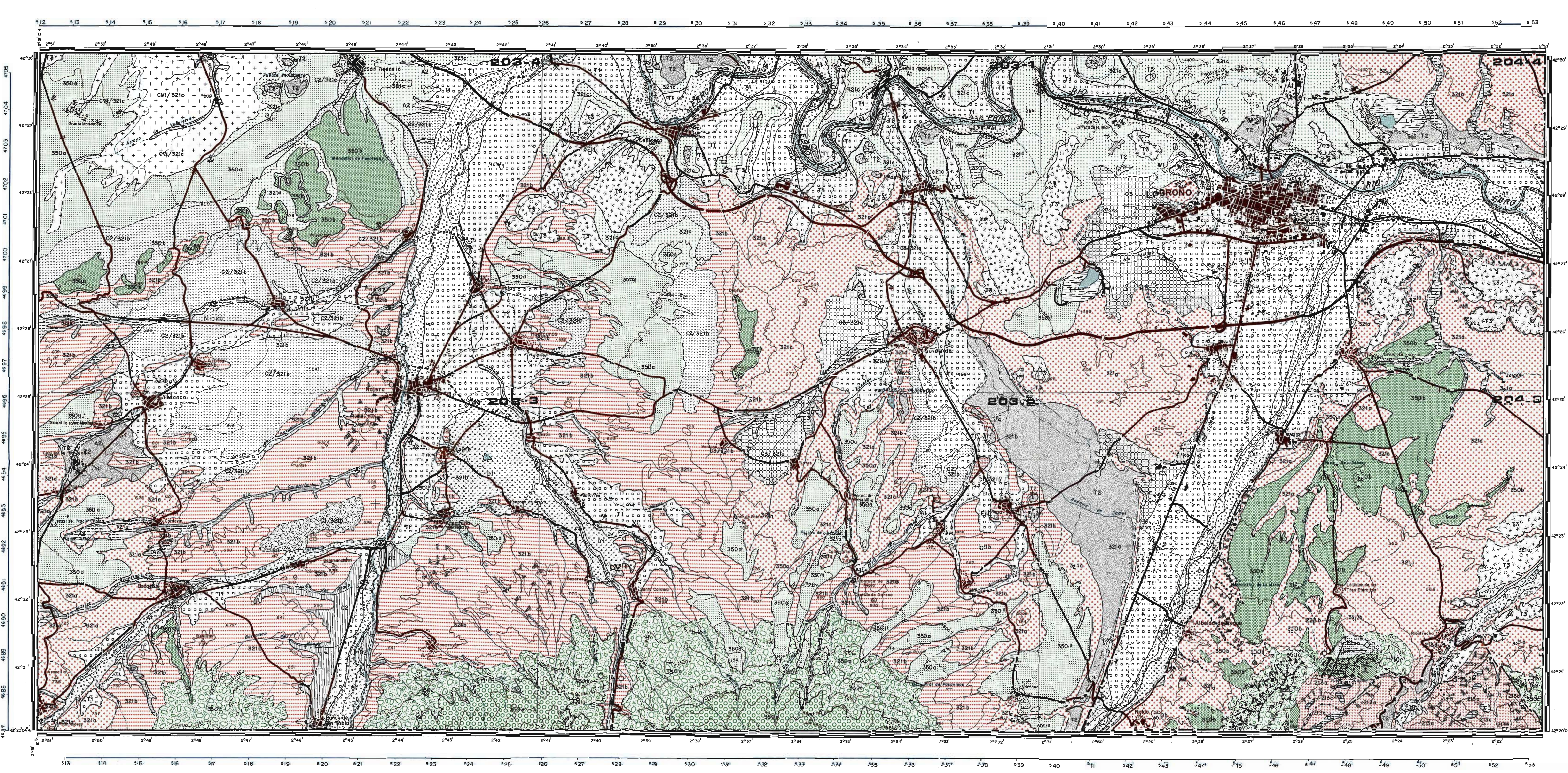


- LEYENDA
Carbonifero
Ordovico
Cambrio
Cabrallamiento
Falla
Falla supuesta o deducida
Anticlinal
Anticlinal con inmersion
Direccion y buzamiento
Estratos horizontales

SIMBOLOGIA

- Abarrancamiento
Escarpe
Rio o arroyo encajado
Desprendimiento
Deslizamiento
Cantera activa
Cantera abandonada
Contacto litologico
Contacto litologico supuesto
Buzamiento de 5° a 30°
Buzamiento de 30° a 60°
Estratos horizontales
Estratos invertidos
Falla
Falla supuesta o deducida
Cabrallamiento
Anticlinal
Anticlinal con inmersion

Nota: Cuando una formacion tiene una potencia aproximada (P.a.) menor de 3 m, se ha cartografiado con letra minúscula. (E): a2)



### LEYENDA

**DEPOSITOS RECIENTES Y SUELOS DE ALTERACION**

W1: Restos aluviales de derecha. Son depósitos liminales como préstamo. De baja capacidad portante, frías y cohesivas. Taludes naturales estables. 30' (Cuaternario, P.A. 5 a 15 m).

L1: Lodos arcillosos en tonos grises con abundante materia orgánica. Pueden estar auríferos. Son depósitos de muy baja capacidad portante. Materia orgánica en superficie que se pudre y encharca. Pueden ser utilizados como préstamo para riego y construcción de terracedos. 20' (Cuaternario, P.A. 2 a 8 m).

A2: Arcillas, margas y arenas, con grava redondeada poligonal y heterométrica. Pueden tener un contenido apreciable en yeso. Material impermeable y permeable. Pueden ser utilizados como préstamo para riego y construcción de terracedos. Capacidad portante baja. Puede ser necesario el uso de cementos autorresistentes. (Cuaternario, P.A. 2 a 7 m).

A1: Gravas redondeadas poligónicas, de 3 a 8 cm de diámetro, junto con arenas mayores de hasta 25 cm, la mezcla es arenosa, algo limosa o arcillosa. Material roble y permeable, de baja capacidad portante. Pueden utilizarse como préstamo para riego y construcción de terracedos. (Cuaternario, P.A. 1 a 6 m).

T3: Gravas heterométricas y poligónicas, con matriz arenosa y hiladas de arenas finas. El conjunto es roble. De capacidad portante baja a moderada y media permeabilidad. Pueden ser utilizados como préstamo para riego y construcción de terracedos. Necesario el uso de cementos autorresistentes. Taludes naturales estables para alturas bajas, subverticales con degradación. (Cuaternario, P.A. 3 a 10 m).

T2: Gravas redondeadas y subredondeadas, fundamentalmente calcáreas, de tamaño variable entre 6 y 25 cm de diámetro, y con una matriz arenosa o limosa. Material roble y muy permeable, de capacidad portante media. Pueden utilizarse como préstamo, retirando los clastos de mayor tamaño. Taludes naturales estables, subverticales para alturas bajas y no degradación progresiva. (Cuaternario, P.A. 1 a 10 m).

T1: Gravas y arcillas calcáreas, con una matriz arenosa y algo limosa, que en superficie presenta un nivel fósforo pobre. (1 a 2 m), moderadamente cultivado. Encharcable en superficie y permeable en profundidad. Material roble y de baja capacidad portante. Puede utilizarse como préstamo para riego y construcción de terracedos. Taludes naturales estables, subverticales para alturas bajas y con degradación progresiva. (Cuaternario, P.A. < 10 m).

Cv1: Arenas barrocuicas, con arcillas limosas, y algunos centros calcáreos. Material roble, impermeable y encharcable en áreas bajas. Es blanda y esponjosa. No es adecuada como préstamo para riego y construcción de terracedos. Puede sufrir importantes deslizamientos. (Cuaternario, P.A. 3 a 7 m).

C3: Arcillas rojas con cierto contenido de arena, y algo de yeso en proporción minoritaria. El conjunto es roble en su totalidad. Es necesario el uso de cementos autorresistentes. En ocasiones será necesario el uso de cementos autorresistentes. Son fácilmente erosionables y desfiladas. (Cuaternario, P.A. 3 a 10 m).

C2: Margas o arcillas, con algunos centros angulosos y heterométricos de tamaño medio. Pueden presentar un contenido apreciable en yeso. Material impermeable y permeable en zonas drenadas. Pueden ser utilizados como préstamo para riego y construcción de terracedos. Son fácilmente erosionables. Taludes naturales estables, 10-12' (Cuaternario, P.A. 3 a 8 m).

C1: Gravas angulosas y heterométricas, generalmente calcáreas, aunque también pueden ser silíceas. Mezcladas con una matriz arenosa o limosa. Material impermeable y permeable. De capacidad portante media. Pueden ser utilizados como préstamo para riego y construcción de terracedos. Taludes naturales estables para alturas bajas y no degradación progresiva. (Cuaternario, P.A. 2 a 10 m).

D2: Lodos arcillosos y yesíferos con grava calcárea y arenas. Descriptos no adecuados como préstamo para riego y construcción de terracedos. Necesario el uso de cementos autorresistentes. Son fácilmente erosionables y desfiladas. Necesario el uso de cementos autorresistentes. Taludes naturales estables, 20' para alturas bajas y no degradación progresiva. (Cuaternario, P.A. 1 a 10 m).

D1: Gravas redondeadas y subredondeadas de hasta 20 cm de diámetro, con una matriz arenosa-arcillosa roble. Este grupo tiene una inclinación superficial de hasta 5° en un material tolerable como préstamo. Permeable y roble. De baja capacidad portante en superficie. Taludes naturales estables, 25' (Cuaternario, P.A. < 7 m).

**FORMACIONES CALCAREAS Y DOLOMITICAS**

22b: Calizas micáceas o negras, con hiladas arcillosas, margosas, y buzamientos moderados. Son materiales cerámicos de alta resistencia. Son fácilmente erosionables y desfiladas. Necesario el uso de cementos autorresistentes. Taludes naturales estables, 20' para alturas bajas y no degradación progresiva. (Cuaternario, P.A. 3 a 10 m).

213c: Concretos, dolomitas y calizas micáceas. Material de capacidad portante alta. Permeable por fracturación y karstificación. Presenta una porosidad elevada. Son utilizados como préstamo para riego y construcción de terracedos. No son robles en conjunto, aunque pueden ser explotados en los frentes superficiales abiertos. Taludes naturales estables, convenientes para alturas bajas y medias. (Cris superior - Las Arenas, P.A. 90 m).

**FORMACIONES DETRITICAS Y DETRITICO-ARCILLOSAS**

350a: Conglomerados cementados en tonos gris claro. Este grupo posee una capacidad portante alta y no es roble. Son materiales utilizados como préstamo. Si bien sus carbidos, frías de erosión son de difícil erosión. Son materiales permeables en general. Taludes naturales estables para alturas bajas y medias. 60' (Pliocuenario, P.A. 300 m).

350c: Gravas de materiales arenosos, subredondeadas y subangulosas, con matriz arcillosa. Es un conjunto roble. Puede ser utilizado como material de préstamo. La capacidad portante es media. Pueden presentar una permeabilidad elevada. Son materiales fácilmente erosionables. Taludes naturales estables para alturas bajas. 20' (Pliocuenario, P.A. 300 m).

350b: Conglomerados de arenas, poligónicas y heterométricas, con matriz arenosa, y cementación carbonatada muy tenue. Estos depósitos poseen una elevada capacidad portante. No son robles. Pueden ser utilizados como préstamo. Son impermeables y pueden dar lugar a desprendimientos puntuales de elevado volumen. Taludes naturales estables para alturas bajas, subverticales. (Cuaternario, P.A. 6 m).

350d: Gravas heterométricas, subangulosas y poligónicas con una matriz arenosa y limosa en tonos rojos. Material roble en su totalidad. Capacidad portante media. Pueden ser utilizados como préstamo para riego y construcción de terracedos. Necesario el uso de cementos autorresistentes. Taludes naturales estables para alturas bajas. 45' aunque con degradación a medio plazo. (Pliocuenario, P.A. 60 m).

321c: Gravas heterométricas y subredondeadas, con matriz arenosa y limosa. Material roble y permeable. De capacidad portante media. Pueden ser utilizados como préstamo para riego y construcción de terracedos. Taludes naturales estables para alturas bajas y medias, subverticales. (Cris superior - Crisico inferior, P.A. 500 m).

223a: Conglomerados de arenas heterométricas cementadas, con matriz arenosa y limosa, y cementación carbonatada, y limosa roble. El conjunto puede ser explotado como préstamo. Tiene una elevada capacidad portante, y es impermeable. No es roble. Taludes naturales estables para alturas bajas y medias, subverticales. (Cris superior - Crisico inferior, P.A. 500 m).

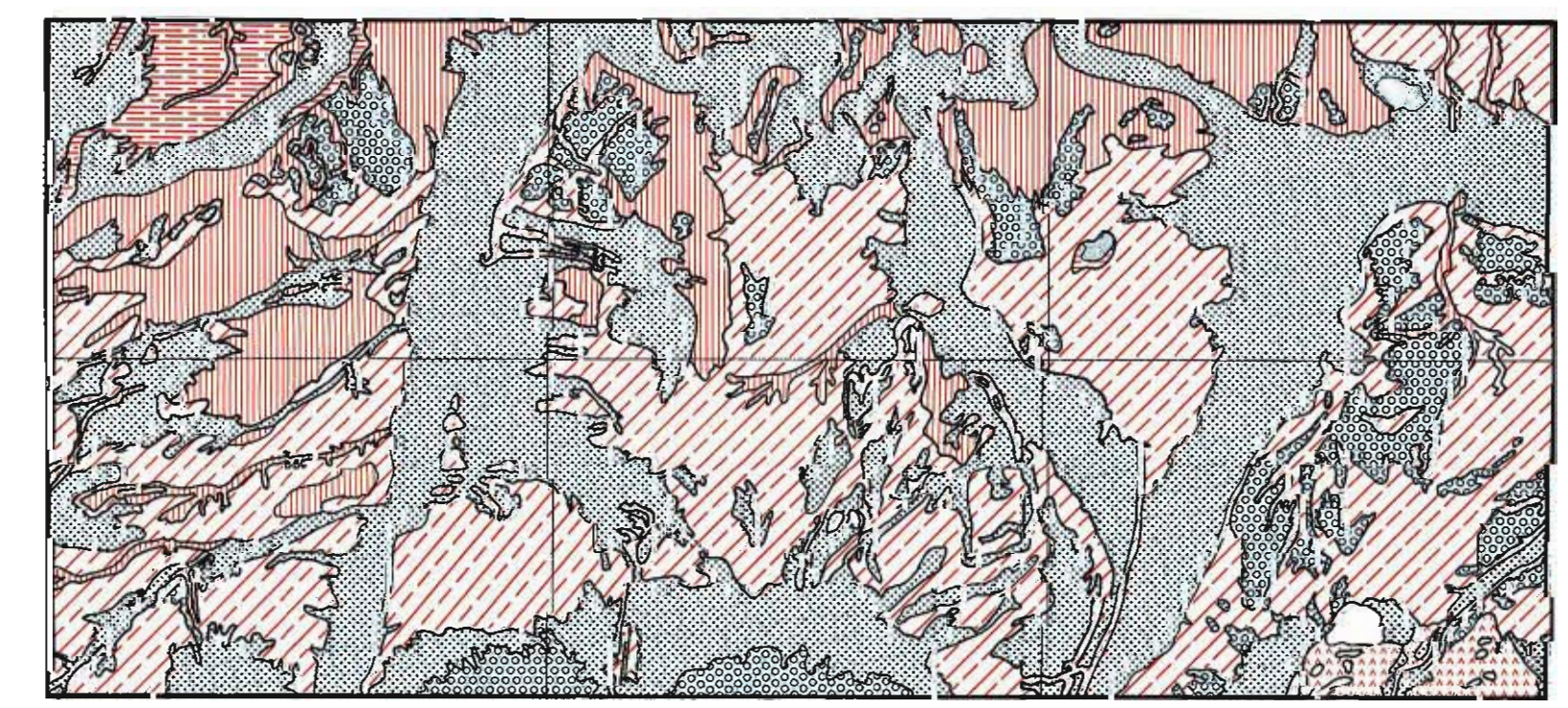
**FORMACIONES CON CIERTA PROPORCION DE YESOS**

321b: Arenas rojas, limas arcillosas, e hiladas esporádicas de yeso. En general no son materiales robles. Son de capacidad portante media. En ocasiones pueden producirse desprendimientos y deslizamientos puntuales importantes. Es necesaria la utilización de cementos autorresistentes en determinadas áreas. Son depósitos impermeables. Taludes naturales estables subverticales. (Cris superior - Crisico inferior, P.A. 500 m).

321a: Arcillas rojas, arenosas e hiladas de yeso. El conjunto es roble. Es impermeable y encharcable en áreas bajas. La capacidad portante es baja en superficie y media en profundidad. En ocasiones es necesaria la utilización de cementos autorresistentes. Pueden producirse desprendimientos importantes. Taludes naturales estables, subverticales. (Cris superior - Crisico inferior, P.A. 500 m).

213a: Yesos blancos o negros, arcillas limosas, y capas dolomíticas procedentes de estratos tectónicos. El conjunto no es roble. Se presenta en bloques intercalados, con algunos estratos de karstificación, y es, en consecuencia, permeable. Es imprescindible la utilización de cementos autorresistentes. No es recomendable como préstamo. Taludes naturales estables, 50' para alturas bajas. (Kasper, P.A. 100 m).

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR  
ESCALA 1:200.000



### LEYENDA

**SUELO COHESIVOS**

Suelos arcillosos y limosos con algo de arena, de plasticidad media, no consolidados, y fríos, impermeables y encharcables.

Suelos margosos, de alta plasticidad, no consolidados, fríos en superficie y de densidad media.

Suelos arcillosos, limosos o margosos, con cierto contenido en materiales granulares, de densidad alta, fríos, y de plasticidad media.

Limos arcillosos y/o margosos con un cierto contenido en yeso, densidad baja, cohesivos en los fondos de valle, fríos y semi-permeables.

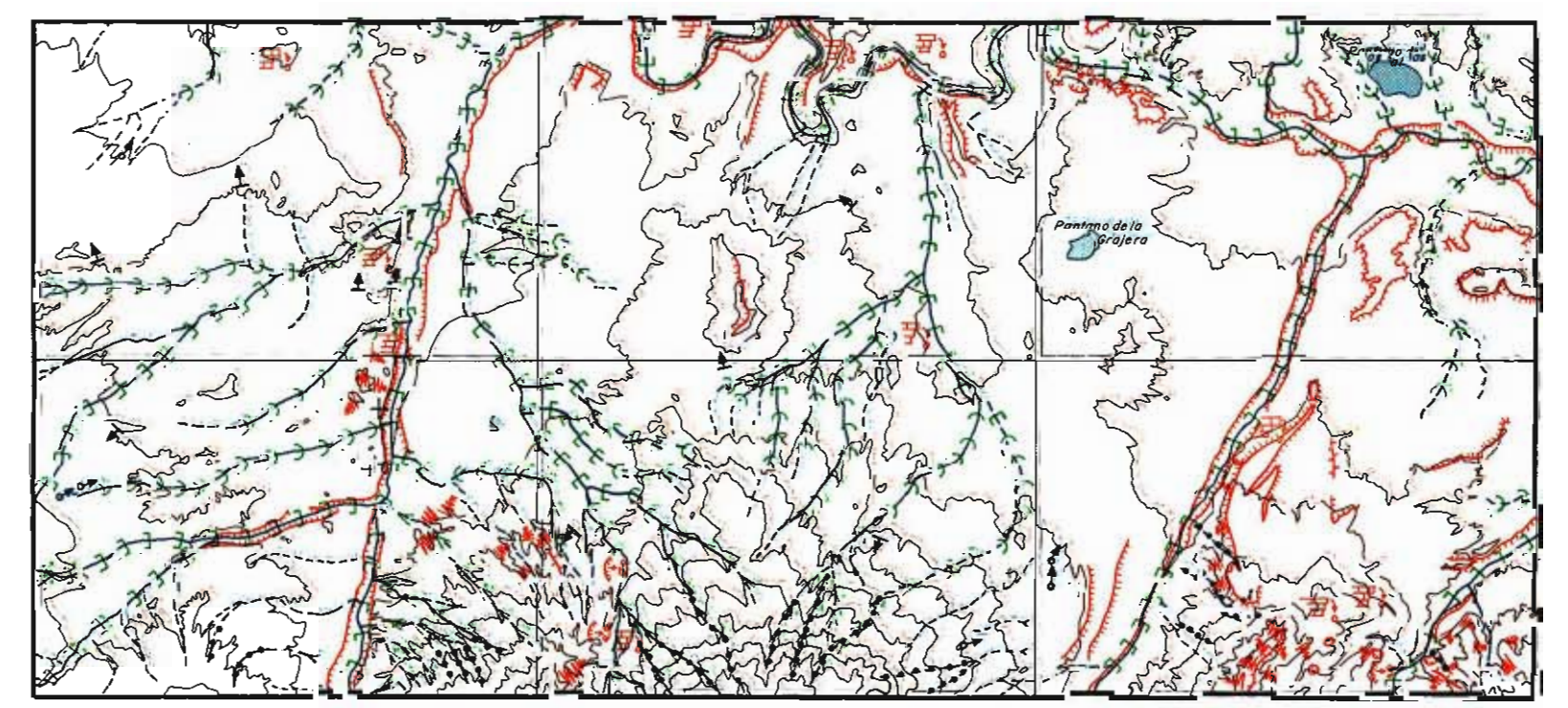
**SUELOS NO COHESIVOS**

Gravas y arenas con algo de elementos finos, densidad alta, sin cementación y elevada permeabilidad.

Gravas y arenas con algo de elementos finos, cementación importante, densidad alta y impermeables.

Litología

ESQUEMA GEOMORFOLOGICO  
ESCALA 1:200.000



### LEYENDA

Dircción y buzamiento

Capas horizontales

Río o arroyo encajado

Arroyo concentrado

Desprendimiento

Deslizamiento

Hundimiento

Cornisa o escape

División aguda

Río de curso continuo

Río de curso discontinuo

Manantial

Valle en 'v'

Valle en arena

Valle de fondo plano

**SIMBOLOGIA**

Erosión importante

Río o arroyo encajado

Escarpe

Divisoria aguda

Desprendimiento

Deslizamiento

Cantera o gravera activa

Cantera o gravera abandonada

Contacto litológico

Contacto litológico supuesto

Estratos horizontales

Buzamiento de 5° a 30°

Buzamiento de 30° a 60°

Buzamiento vertical

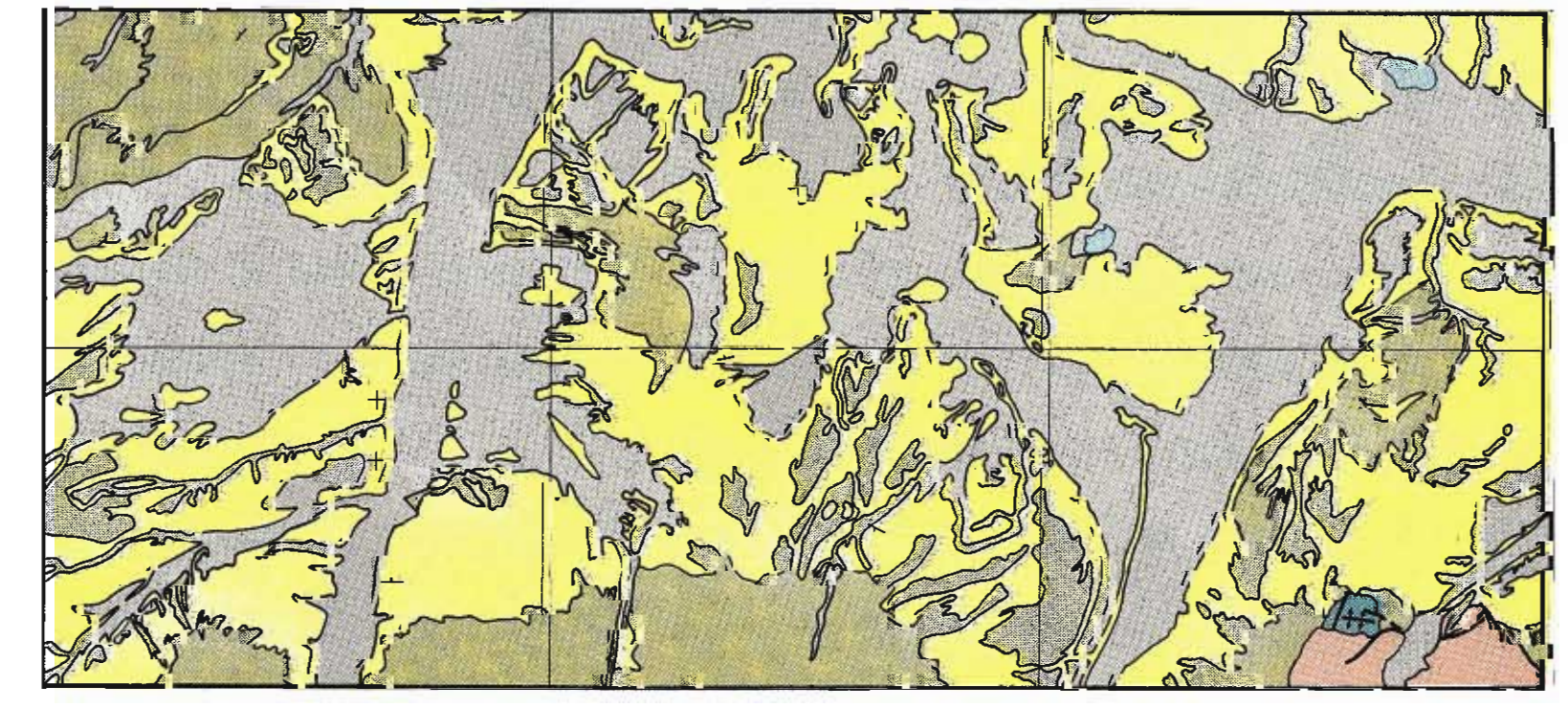
Falla

Falla supuesta o deducida

Anticlinal

Repliegamiento de estratos

ESQUEMA GEOLOGICO  
ESCALA 1:200.000



### LEYENDA

Cuaternario

Pliocuenario

Mioceno

Jurásico

Kasper

Falla

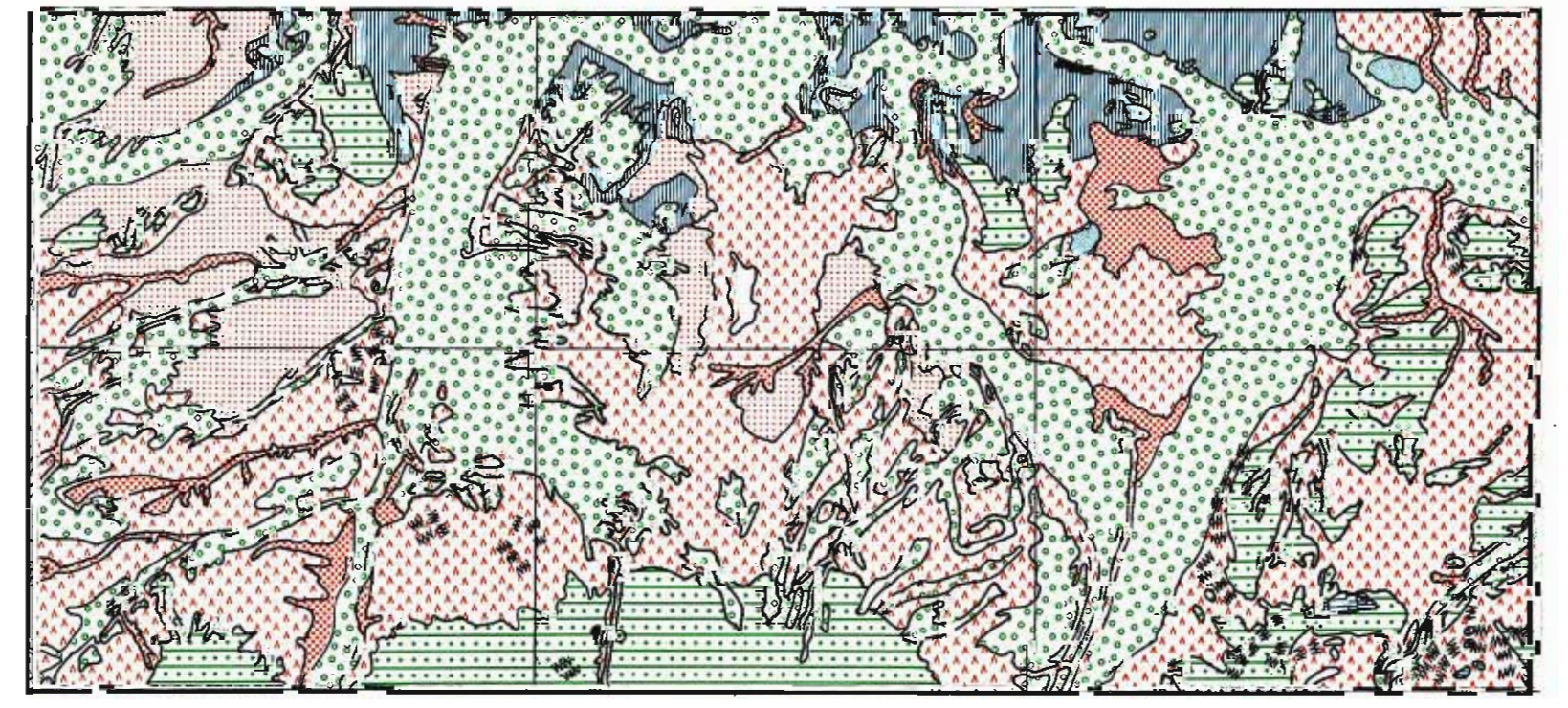
Falla supuesta o deducida

Anticlinal

Dircción y buzamiento

Estratos horizontales

ESQUEMA GEOTECNICO  
ESCALA 1:200.000



### LEYENDA

Suelos cohesivos fríos.

Suelos granulares.

Suelos cohesivos con materiales granulares.

Formaciones con yesos.

Formaciones detríticas cementadas.

Formaciones rocosas parcialmente karstificadas.

Absencia de materiales cohesivos con materiales resistentes.

Desprendimiento

Deslizamiento

Erosión importante

Nota: Cuando una formación tiene una potencia aproximada (P.a.) menor de 3 m, se ha cartografiado con letra minúscula (E.: a2).

