



estudio previo de terrenos

# Itinerario Badajoz-Sevilla

Tramo: Badajoz - Almendralejo

**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 BADAJOZ - SEVILLA**

**TRAMO : BADAJOZ - ALMENDRALEJO**

**DICIEMBRE, 1989**

## INDICE

	Pág.
1. <b>INTRODUCCION</b> .....	5
2. <b>CARACTERES GENERALES DEL TRAMO</b> .....	7
2.1. <b>CLIMATOLOGIA</b> .....	7
2.2. <b>TOPOGRAFIA</b> .....	21
2.3. <b>GEOMORFOLOGIA</b> .....	25
2.4. <b>ESTRATIGRAFIA</b> .....	26
2.5. <b>TECTONICA</b> .....	31
2.6. <b>SISMICIDAD</b> .....	33
3. <b>ESTUDIO DE ZONAS</b> .....	35
3.0. <b>DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO</b> .....	35
3.1. <b>ZONA 1: LOMAS Y CERROS DE MERIDA</b> .....	41
3.1.1. <b>Geomorfología</b> .....	41
3.1.2. <b>Tectónica</b> .....	41
3.1.3. <b>Columna estratigráfica</b> .....	43
3.1.4. <b>Grupos litológicos</b> .....	51
3.1.5. <b>Grupos geotécnicos</b> .....	64
3.1.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	65
3.2. <b>ZONA 2: LLANURAS Y LOMAS DE MONTIJO</b> .....	65
3.2.1. <b>Geomorfología</b> .....	65
3.2.2. <b>Tectónica</b> .....	66
3.2.3. <b>Columna estratigráfica</b> .....	67
3.2.4. <b>Grupos litológicos</b> .....	75
3.2.5. <b>Grupos geotécnicos</b> .....	79
3.2.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	80
3.3. <b>ZONA 3: RIBERA DEL GUADIANA Y DE LOS LIMONETES</b> .....	81
3.3.1. <b>Geomorfología</b> .....	81
3.3.2. <b>Tectónica</b> .....	81
3.3.3. <b>Columna estratigráfica</b> .....	82
3.3.4. <b>Grupos litológicos</b> .....	89
3.3.5. <b>Grupos geotécnicos</b> .....	92
3.3.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	92

3.4.	<b>ZONA 4: LOMAS Y CERROS DE LOBON Y DE SAN FRANCISCO DE OLIVENZA</b> .....	93
3.4.1.	<b>Geomorfología</b> .....	93
3.4.2.	<b>Tectónica</b> .....	93
3.4.3.	<b>Columna estratigráfica</b> .....	95
3.4.4.	<b>Grupos litológicos</b> .....	103
3.4.5.	<b>Grupos geotécnicos</b> .....	123
3.4.6.	<b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	124
3.5.	<b>ZONA 5: SIERRAS DE PEÑAS BLANCAS Y SAN SERVAN</b> .....	125
3.5.1.	<b>Geomorfología</b> .....	125
3.5.2.	<b>Tectónica</b> .....	126
3.5.3.	<b>Columna estratigráfica</b> .....	128
3.5.4.	<b>Grupos litológicos</b> .....	135
3.5.5.	<b>Grupos geotécnicos</b> .....	152
3.5.6.	<b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	153
4.	<b>CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO</b> .....	155
4.1.	<b>RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS</b> .....	155
4.2.	<b>RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS</b> .....	156
4.3.	<b>RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS</b> .....	157
4.4.	<b>CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS</b> .....	158
5.	<b>INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS</b> .....	163
5.1.	<b>ALCANCE DEL ESTUDIO</b> .....	163
5.2.	<b>YACIMIENTOS ROCOSOS</b> .....	163
5.3.	<b>YACIMIENTOS GRANULARES</b> .....	164
5.4.	<b>MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES</b> .....	165
5.5.	<b>YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE</b> .....	166
6.	<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> .....	169
7.	<b>ANEJOS</b> .....	171
7.1.	<b>ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS</b> .....	173
7.2.	<b>ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS</b> .....	175

## 1. INTRODUCCION

El presente Estudio Previo de Terrenos que comprende una parte del corredor entre Badajoz y Almendralejo, 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 particulares relacionados con obras de carreteras.

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

Hoja nº	Nombre	Cuadrante
776	Montijo	1, 2 y 3
777	Mérida	1, 2, 3 y 4
800 y 801	Olivenza	1 y 4
802	La Albuera	1 y 4
803	Almendralejo	1 y 4

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 cuatro 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 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 de la zona. 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. Manuel Angel Ramírez Rayo  
*Licenciado en Ciencias Geológicas*

D. José Joaquín Arribas Pérez de Obanos  
*Licenciado en Ciencias Geológicas*

D. Jesús Martínez Ortega  
*Licenciado en Ciencias Geológicas*

## 2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

### 2.1. CLIMATOLOGIA

La mayor parte de la Zona estudiada se encuentra dentro del tipo climático denominado Mediterráneo Subtropical. Sólo el extremo más occidental del Tramo queda incluido en el tipo climático Mediterráneo Templado.

Esta aparente homogeneidad en lo que se refiere al tipo climático, no se mantiene respecto a las regiones climáticas definidas según el índice de Thornthwaite, que relaciona el exceso y el déficit de humedad con respecto a la evapotranspiración potencial anual. Así, el borde Oeste del Tramo queda definido, según dicho índice, como «subhúmedo». Como «seco-subhúmedo» quedaría una zona situada al Sur de Badajoz, que incluiría a Talavera la Real, y que se extiende por el Norte de Montijo, Esparragalejo y Mérida. Como de tipo «semiárido» quedaría la región situada al Sur y Sureste del Tramo. (Ver Esquema Climático. Fig. 2.10).

Con respecto al régimen térmico, casi toda el área estudiada se encuentra incluida en el tipo Subtropical Cálido. Sólo el extremo Oeste de aquélla posee un régimen térmico con menor temperatura e incluido en el tipo Templado-Cálido.

Por lo que respecta a las precipitaciones, la estación que marca la pluviometría más acusada del Tramo es San Francisco de Olivenza, con 655 mm de precipitación media anual. La estación con menor precipitación es Almendralejo, con 419 mm. La parte central del Tramo, que corresponde a la Vega del Guadiana, tiene precipitaciones entre 523 mm de media anual en Montijo, y los 575 mm en Novelda. En Talavera la Real, la precipitación alcanza los 530 mm. La estación de Lobón, en cambio, tiene unas precipitaciones más bajas que las anteriores, con 450 mm de media anual, debido probablemente a su microclima especial.

Las estaciones situadas a uno y otro lado de la Ribera del Guadiana y con alturas topográficas algo más elevadas, presentan unas precipitaciones mayores. Son los casos de Mirandilla, con 624 mm, y San Francisco de Olivenza, con 655 mm.

La estación de Olivenza posee unas precipitaciones similares a las de la Vega del Guadiana, con 585 mm de media anual, mientras que la estación de Badajoz tiene una precipitación más baja que las correspondientes a la Vega, con 474 mm.

Desde un punto de vista térmico, la máxima temperatura de las medias anuales del Tramo la marca la estación de Montijo, con 18,4°C, mientras que la mínima la marca San Francisco de Olivenza, con 15,6°C.

Las estaciones meteorológicas situadas en la Vega del Guadiana tienen temperaturas medias anuales comprendidas entre 16,4°C (Lobón y Talavera la Real), y 16,7°C en Badajoz. La estación de Montijo, con 18,4°C de temperatura media, es un caso singular dentro de la Vega.

Las estaciones de Mirandilla y San Francisco de Olivenza marcan temperaturas medias anuales algo menores que las correspondientes a la Vega, con 16,1°C y 15,6°C respectivamente.

El período máximo con riesgo de heladas en el Tramo, abarca desde el 18 de Noviembre al 24 de Marzo, aunque los intervalos de tiempo son variables en cada una de las estaciones consideradas.

En las estaciones meteorológicas de la Vega del Guadiana, los períodos abarcan desde el 18 de Noviembre al 13 de Marzo en Talavera la Real, del 24 de Noviembre al 20 de Marzo en Novelda, del 25 de Noviembre al 9 de Febrero en Lobón, del 27 de Noviembre al 18 de Febrero en Montijo, del 27 de Noviembre al 11 de Marzo en Almendralejo, y del 4 de Diciembre al 21 de Febrero en Badajoz.

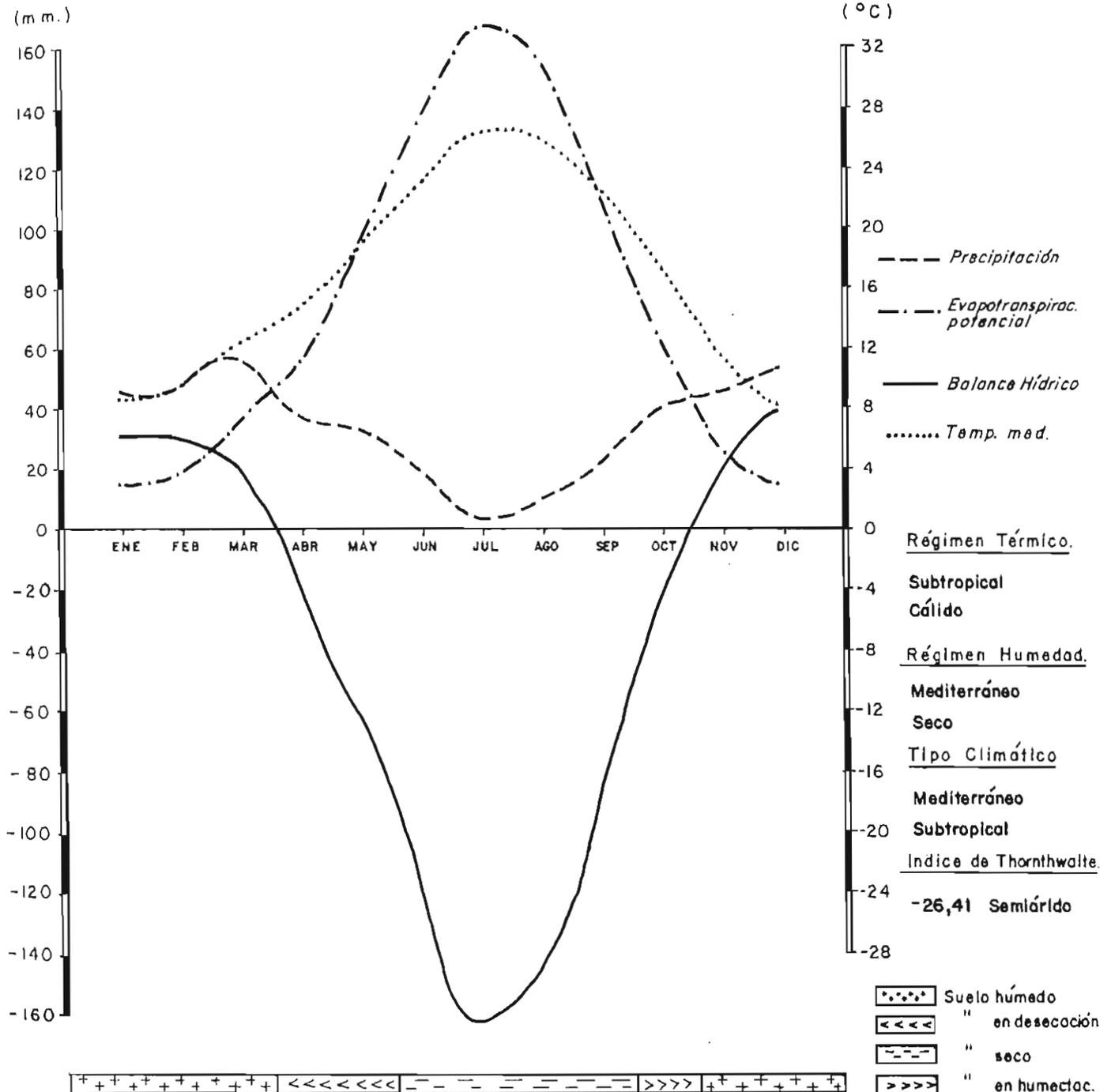
En Olivenza el período con riesgo de heladas es desde el 12 de Diciembre al 25 de Enero, mientras que en el resto de las estaciones, los intervalos de tiempo se extienden hasta bien entrado Marzo. (Del 30 de Noviembre al 19 de Marzo en Mirandilla, y del 23 de Noviembre al 24 de Marzo en San Francisco de Olivenza).

Los días de nieve al año son muy reducidos y comprenden desde 0,8 días de nieve al año en Almendralejo, hasta los 0,0 días de nieve al año en Montijo y San Francisco de Olivenza.

Con respecto a los balances hídricos, es decir, la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración potencial, se observa un déficit de humedad entre Abril y Octubre en Almendralejo, Badajoz, Lobón, Mirandilla y Montijo, de Abril a Septiembre en Novelda y Talavera la Real, de Abril a Septiembre en San Francisco de Olivenza, y de Mayo a Octubre en Olivenza.

En las figuras 2.1. a 2.9., se recogen los valores de los parámetros climatológicos de cada una de las estaciones meteorológicas consideradas, y en la figura 2.10., un esquema climático general del Tramo.

ESTACION : ALMENDRALEJO 6° 24' W 38° 41' N 336 m.s.n.m



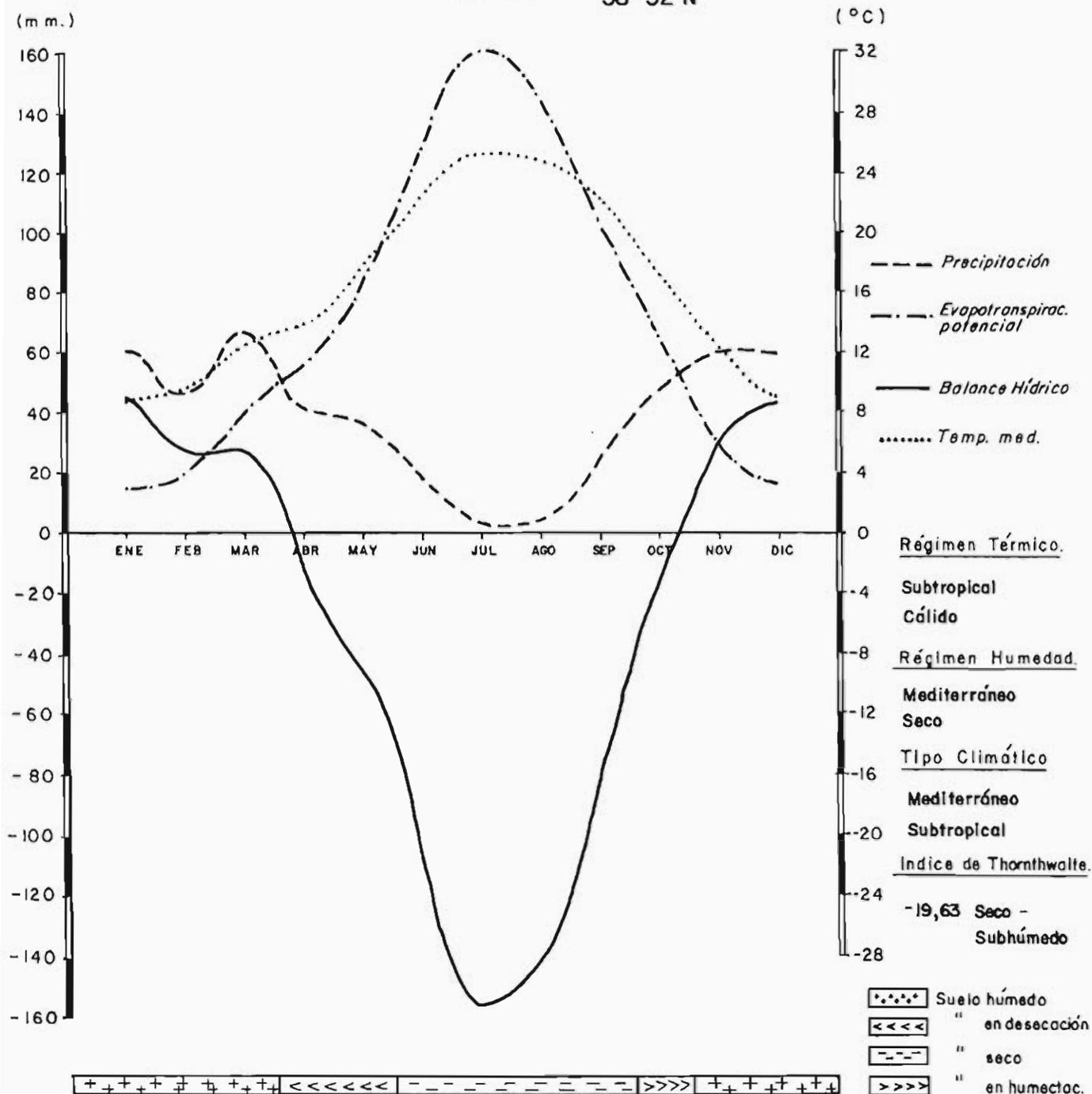
Periodo : 1954 - 1969

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	46	48	57	38	34	20	3	10	21	41	46	55	mm.
Evapotranspiración media.	15	18	37	57	96	138	170	159	115	66	28	15	mm.
Balace hídrico	31	30	20	-19	-62	-118	-167	-149	-94	-25	18	40	mm.
Temperatura media	8,8	9,5	12,5	14,9	19,2	23,5	26,7	26,4	23,2	18,0	12,0	8,3	°C

Riesgo de heladas, entre el 27 de Noviembre y el 11 de Marzo. (0,8 días de nieve/año).

FIG.2.1 - Balance hídrico y datos climáticos para obras en el exterior.

ESTACION : BADAJOZ 6° 58' W 186 m.s.n.m.  
38° 52' N



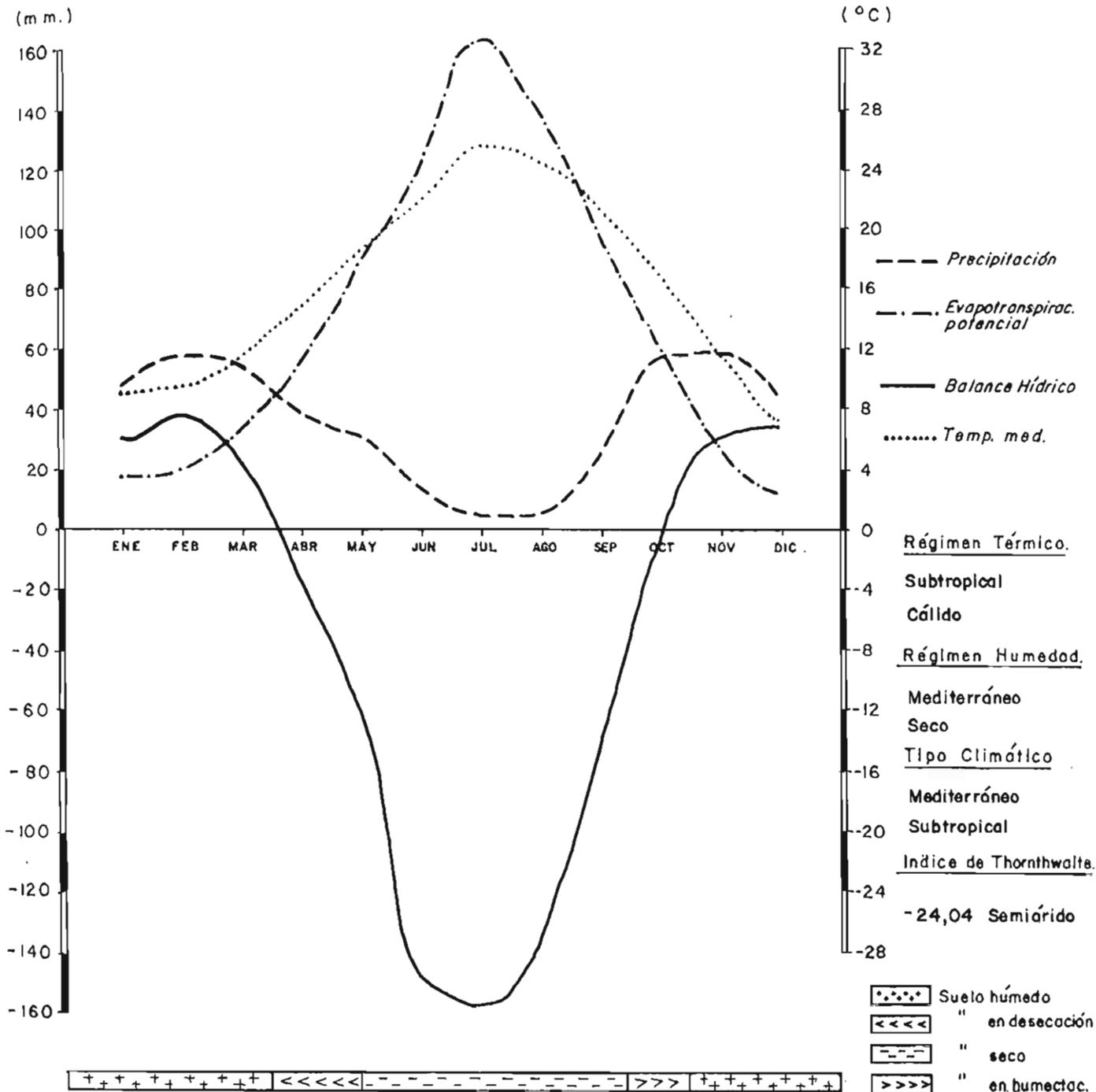
Período: 1931 - 1970

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	61	47	68	42	37	18	3	4	25	48	61	60	mm.
Evapotranspiración media.	15	20	40	57	85	130	163	149	106	66	30	17	mm.
Balance hídrico	46	27	28	-15	-48	-112	-160	-145	-81	-18	31	43	mm.
Temperatura media	8,6	9,9	12,7	15,2	18,0	22,8	25,8	25,5	22,6	17,8	12,6	9,1	°C

Riesgo de heladas, entre el 4 de Diciembre y el 21 de Febrero. (0,2 días de nieve/año).

FIG.2.2 - Balance hídrico y datos climáticos para obras en el exterior.

ESTACION : LOBON ( La orden) 6° 37' W 258 m.s.n.m.  
38° 51' N



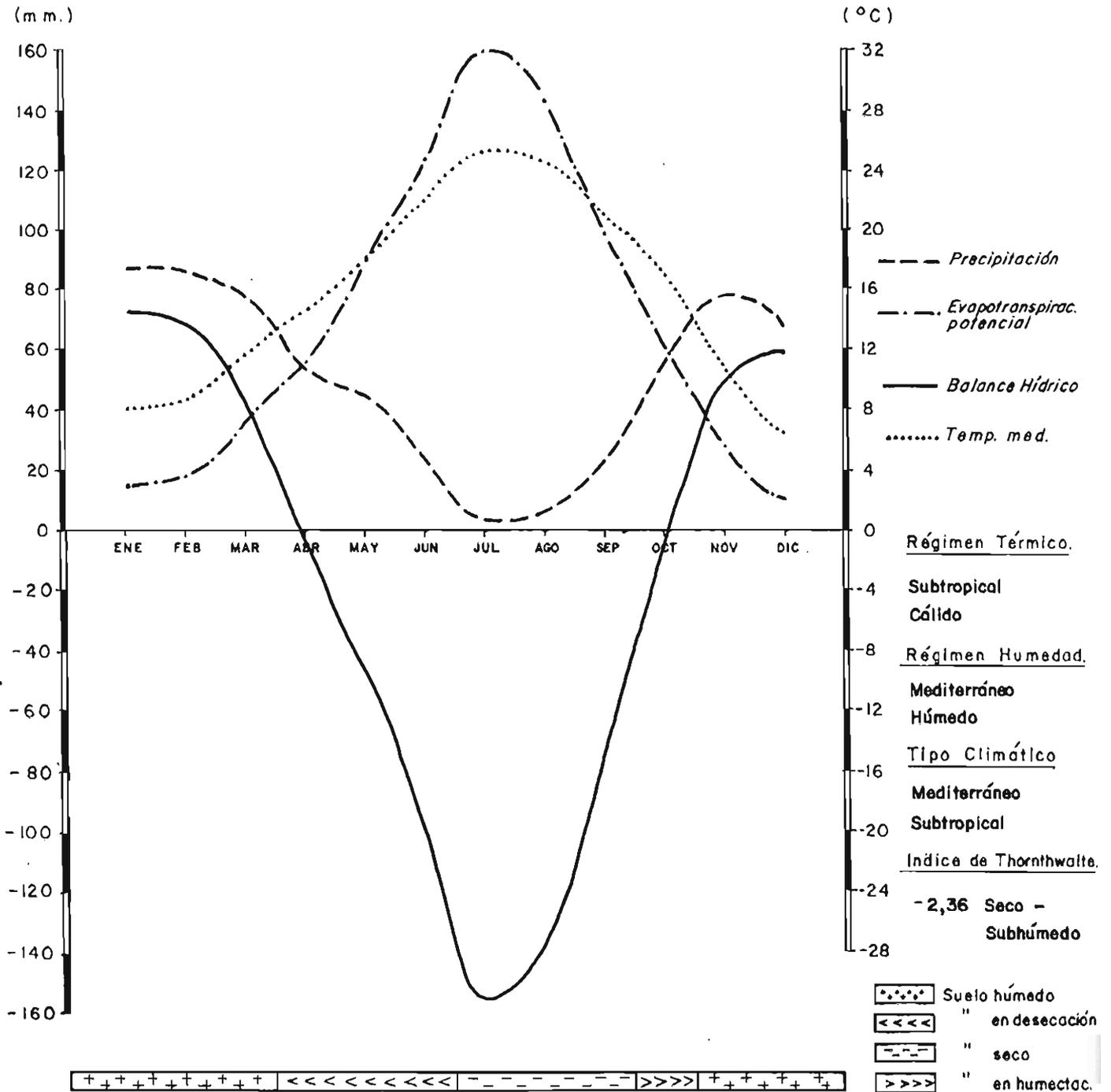
Periodo: 1963 -1970

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	49	59	56	40	32	15	5	5	25	58	60	46	mm.
Evapotranspiración media.	18	20	34	57	92	123	166	142	100	63	28	12	mm.
Balace hídrico	31	39	22	-17	-60	-151	-161	-137	-75	-5	32	34	mm.
Temperatura media	9,2	9,8	11,9	15,2	19,0	22,2	26,0	25,0	21,8	17,6	12,0	7,5	°C

Riesgo de Heladas, entre el 25 de Noviembre y el 9 de Marzo. (0,3 días de nieve/año).

FIG.2.3 - Balance hídrico y datos climáticos para obras en el exterior.

ESTACION : MIRANDILLA 6° 17' W 298 m.s.n.m.  
39° 00' N



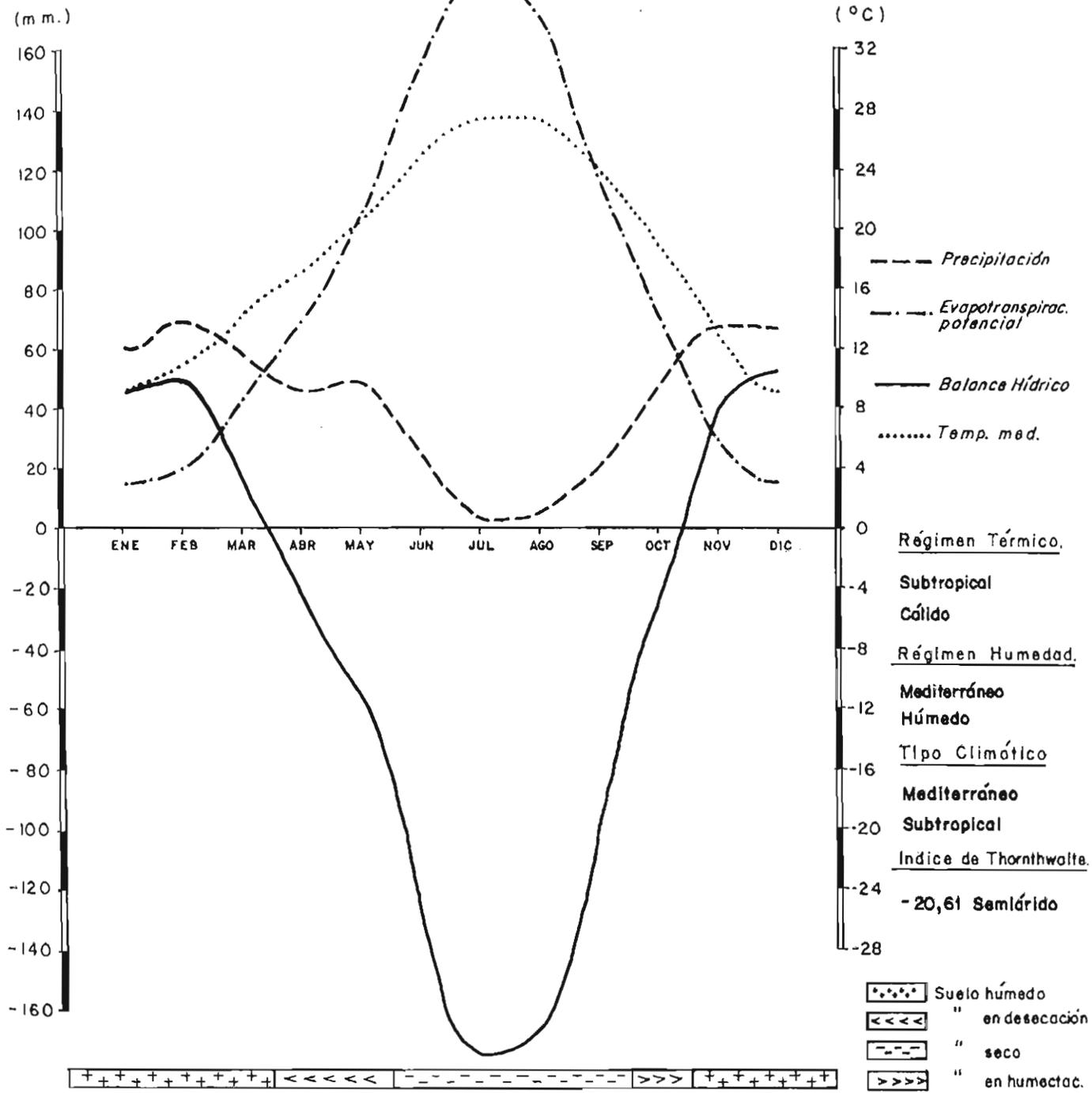
Periodo: 1965 -1970

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	89	88	80	55	46	24	3	6	23	57	80	70	mm.
Evapotranspiración media.	15	18	37	57	92	126	163	145	100	63	28	10	mm.
Balance hídrico	74	70	43	-2	-46	-102	-160	-139	-77	-6	52	60	mm.
Temperatura media	8,2	8,9	12,0	15,0	18,7	22,5	25,8	25,0	21,5	17,5	11,2	6,7	°C

Riesgo de heladas, entre el 30 de Noviembre y el 19 de Marzo. (0,2 días de nieve/año).

FIG.2.4 - Balance hídrico y datos climáticos para obras en el exterior.

ESTACION : MONTIJO 6° 25' W 38° 55' N 205 m.s.n.m.



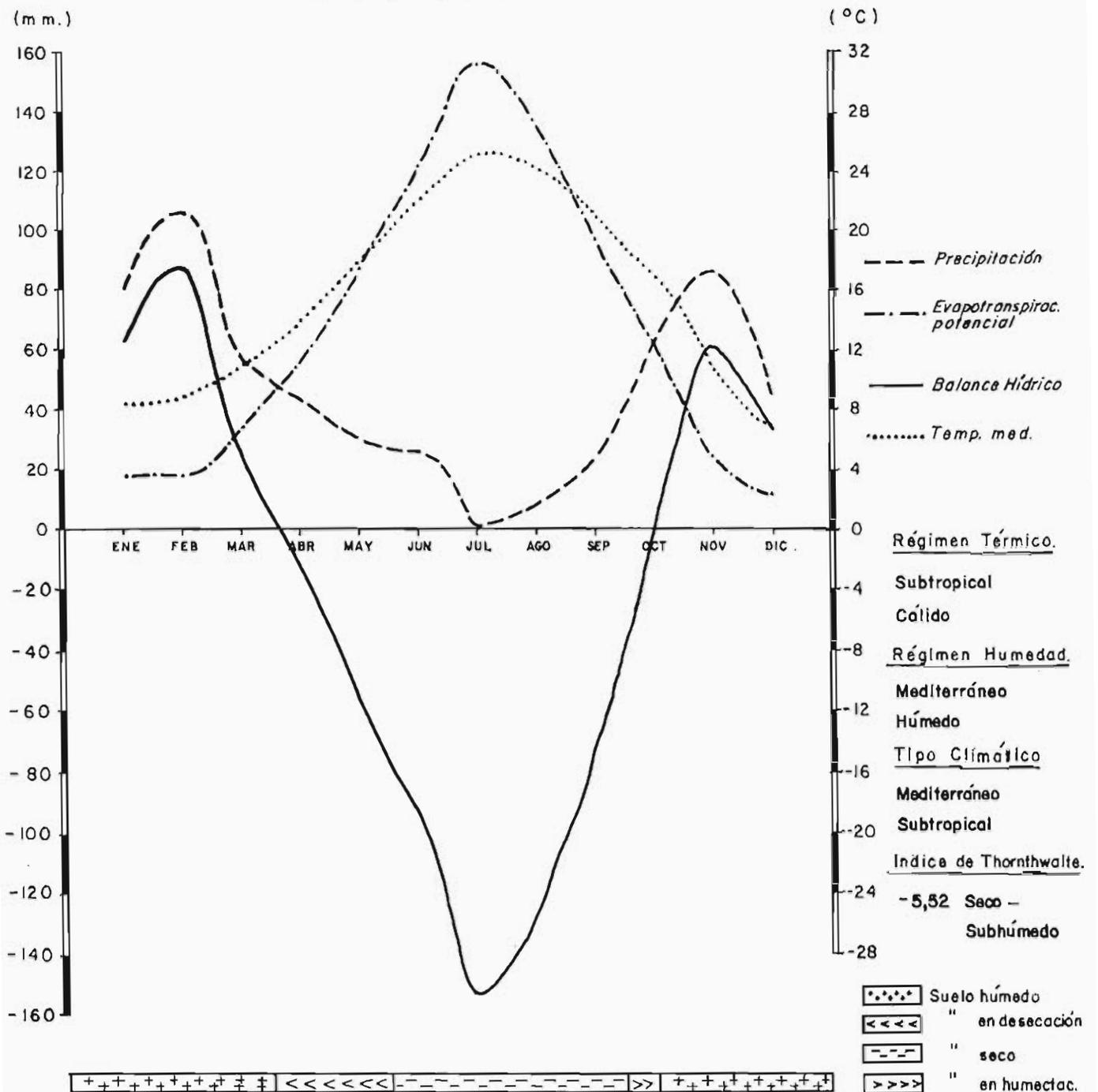
Periodo : 1941 - 1969

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	61	70	59	46	49	24	3	5	21	48	69	68	mm.
Evapotranspiración media.	15	20	43	70	107	156	186	175	119	72	28	15	mm.
Balanza hídrica	46	50	16	-24	-58	-132	-183	-170	-98	-24	41	53	mm.
Temperatura media	9,4	11,3	14,6	17,6	21,1	25,4	27,9	27,8	24,2	19,4	13,0	9,3	°C

Riesgo de heladas, entre el 27 de Noviembre y el 18 de Febrero. (0,0 días de nieve/año.)

FIG. 2.5 - Balance hídrico y datos climáticos para obras en el exterior.

ESTACION : NOVELDA DEL GUADIANA 6° 49' W 38° 57' N 203 m.s.n.m.



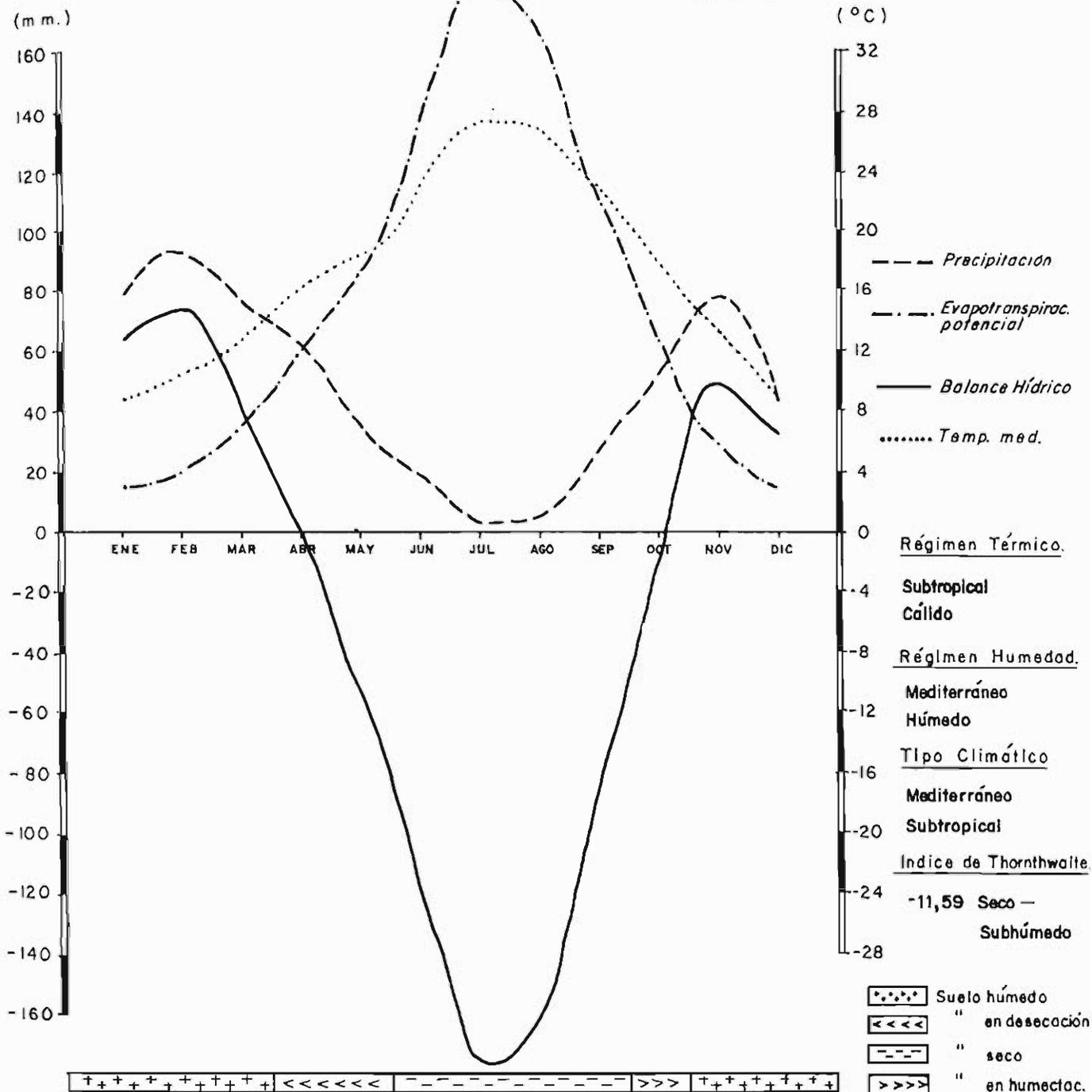
Periodo: 1965 - 1970

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	81	107	58	44	30	26	1	8	24	64	87	45	mm.
Evapotranspiración media.	18	18	34	57	89	123	159	138	97	63	25	12	mm.
Balance hídrico	63	89	24	-13	-59	-97	-158	-130	-73	1	62	33	mm.
Temperatura media	8,4	9,0	11,4	14,2	18,1	22,2	25,6	24,6	21,2	17,2	11,0	7,0	°C

Riesgo de heladas, entre el 24 de Noviembre y el 20 de Marzo. (0,1 días de nieve/año).

FIG. 2.6 - Balance hídrico y datos climáticos para obras en el exterior.

ESTACION : OLIVENZA 7° 06' W 38° 41' N 260 m.s.n.m.



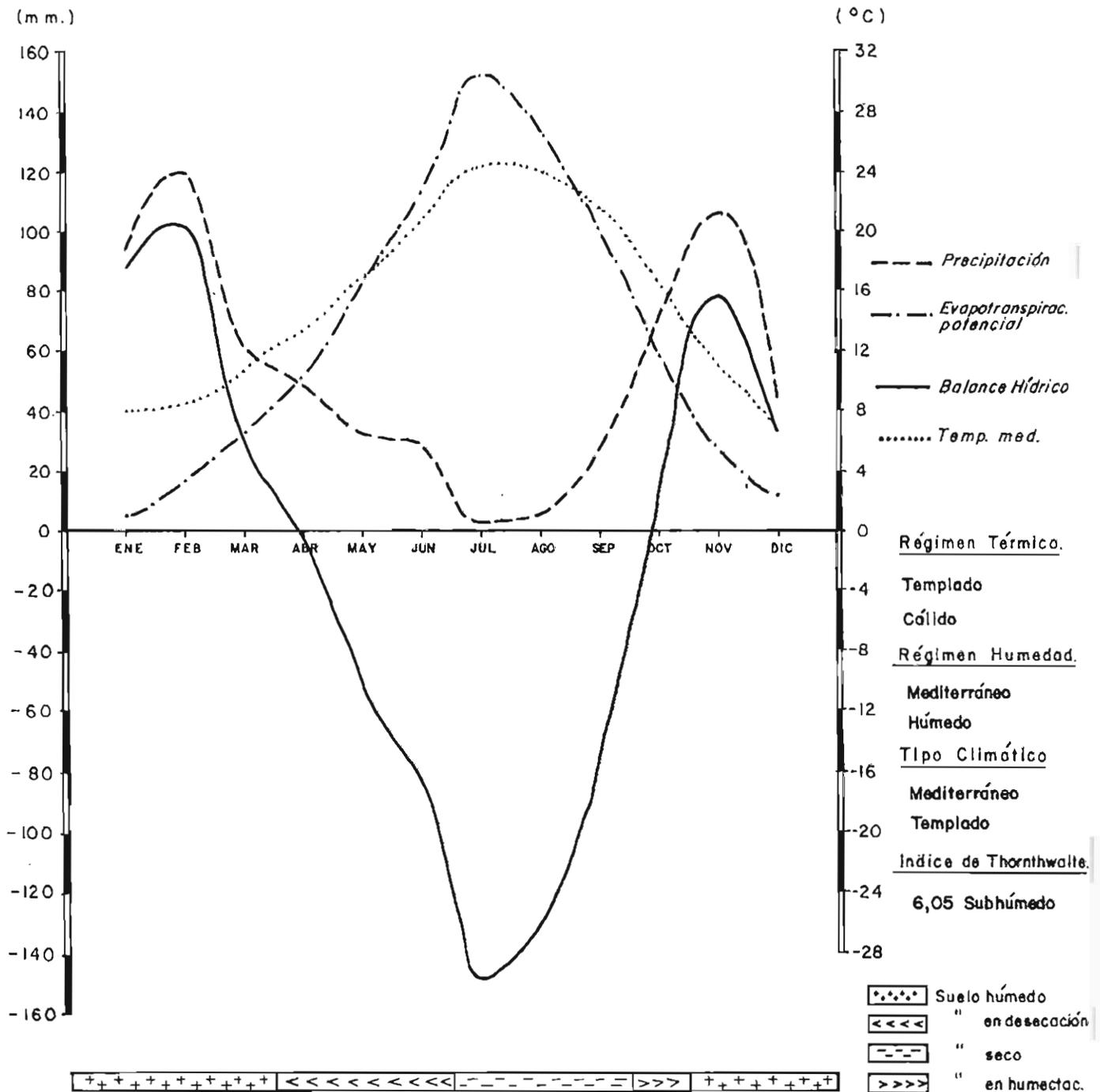
Periodo: 1969 - 1973

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	80	95	78	63	35	19	3	5	28	54	80	45	m.m.
Evapotranspiración media.	15	20	37	63	89	141	186	170	115	66	30	15	m.m.
Balance hídrico	65	75	41	0	-54	-122	-183	-165	-87	-12	50	33	m.m.
Temperatura media	8,9	10,7	13,3	16,6	18,6	23,9	27,9	27,6	23,4	18,2	12,7	8,8	°C

Riesgo de Heladas, entre el 12 de Diciembre y el 25 de Enero. (0,3 días de nieve/año).

FIG. 2.7 - Balance hídrico y datos climáticos para obras en el exterior.

ESTACION : S. Fco. DE OLIVENZA 7°07' W 185 m.s.n.m.  
38°45' N



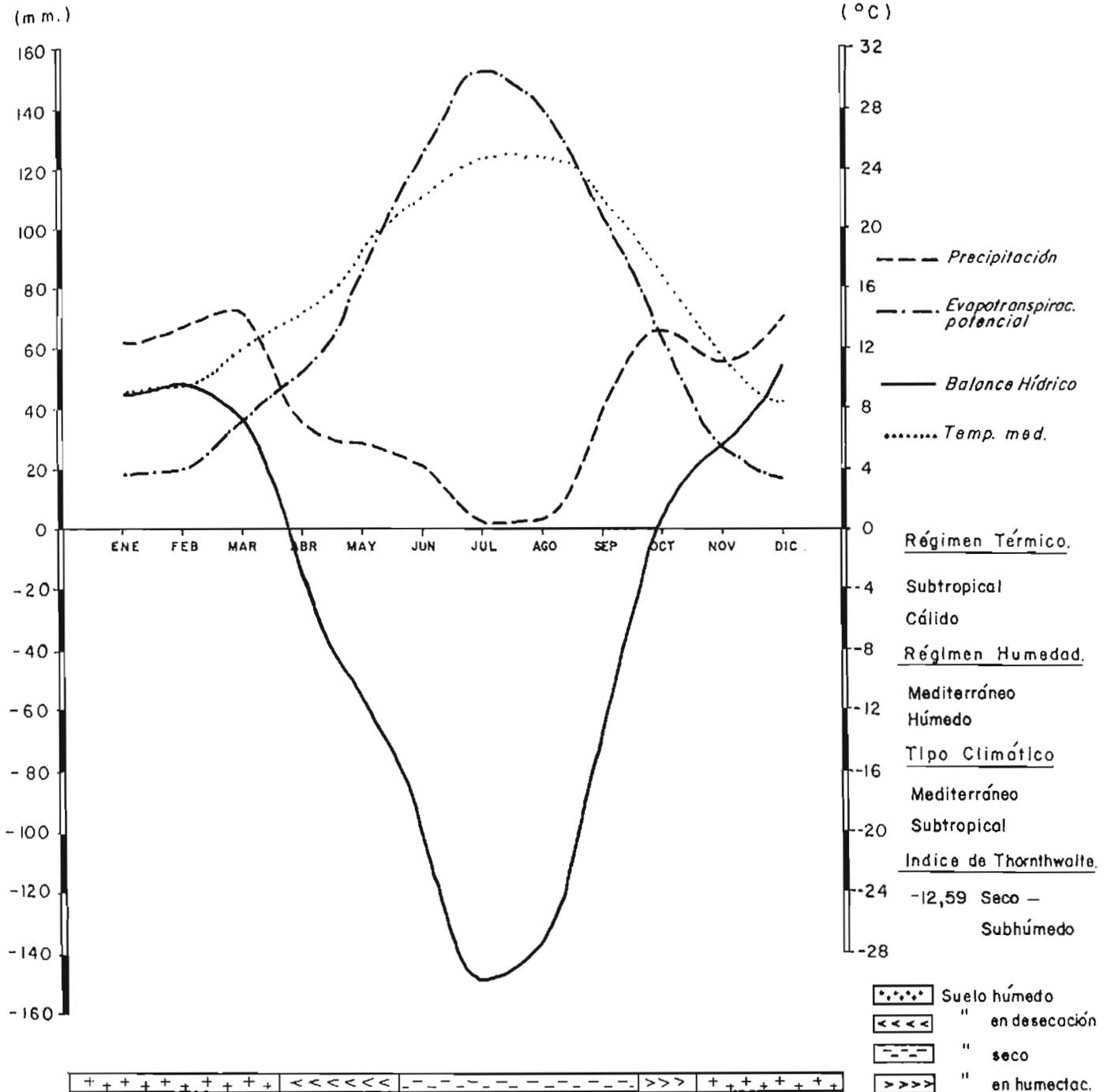
Periodo: 1964-1970

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	95	122	62	50	33	29	3	5	28	74	108	46	mm.
Evapotranspiración media.	5	18	34	53	85	115	155	138	103	60	28	12	mm.
Balance hídrico	90	104	28	-3	-52	-86	-152	-133	-75	14	80	34	mm.
Temperatura media	8,2	8,8	11,2	13,8	17,4	21,2	25,0	24,6	22,0	16,8	11,4	7,2	°C

Riesgo de heladas, entre el 23 de Noviembre y el 24 de Marzo. (0,0 días de nieve/año.)

FIG. 2.8 - Balance hídrico y datos climáticos para obras en el exterior.

ESTACION : TALAVERA LA REAL 6°46' W 38°53' N 190 m.s.n.m.



Periodo: 1955 -1970

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media.	63	68	73	35	29	21	2	3	41	67	56	72	mm.
Evapotranspiración media.	18	20	37	53	88	126	155	142	106	63	28	17	mm.
Balance hídrico	45	48	36	-18	-59	-105	-153	-139	-65	4	28	55	mm.
Temperatura media	9,0	9,7	12,2	14,6	19,0	22,5	25,0	25,1	22,4	17,1	11,5	8,6	°C

Riesgo de heladas, entre el 18 de Noviembre y el 13 de Marzo. (0,3 días de nieve/año).

FIG.2.9 - Balance hídrico y datos climáticos para obras en el exterior.

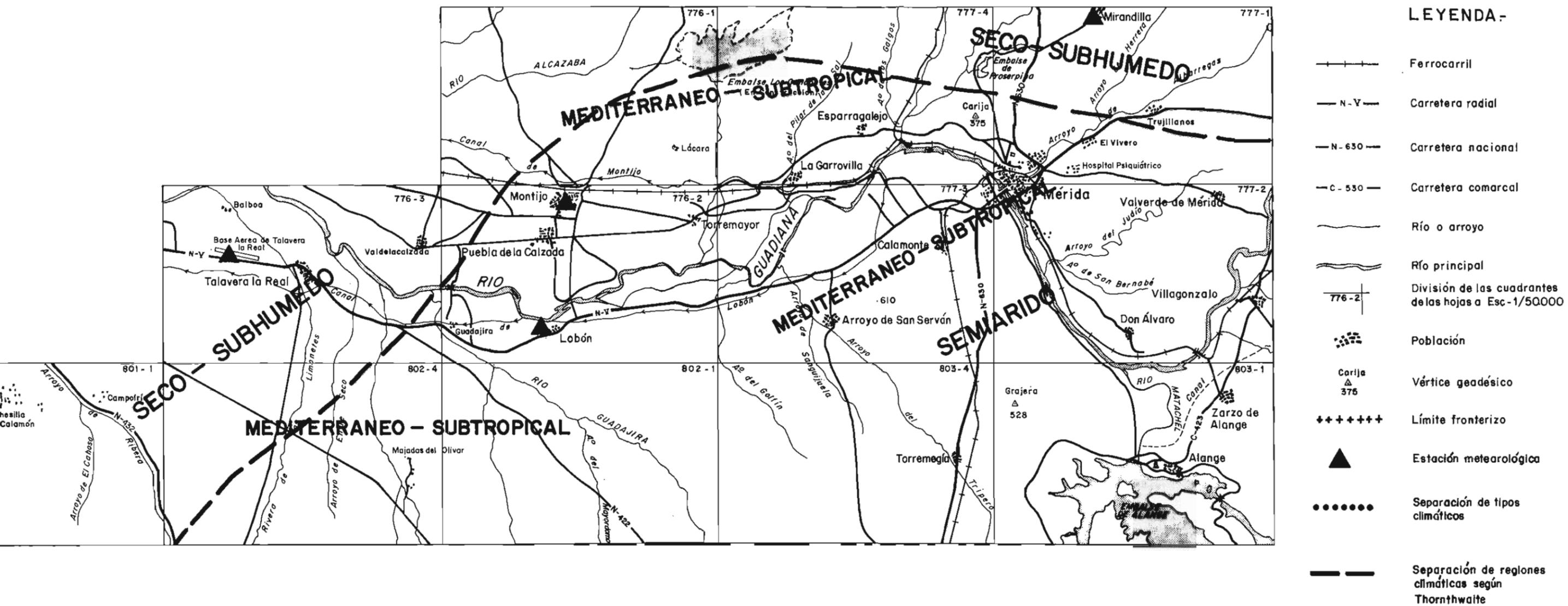


FIG. 2.10.- ESQUEMA CLIMATICO

## 2.2. TOPOGRAFIA

El área de estudio se dispone según una franja de dirección Este-Oeste, localizada en la zona centro-occidental de la provincia de Badajoz, entre Mérida y dicha capital de provincia. Ocupa una extensión superficial de aproximadamente 1.622 km<sup>2</sup>, repartidos entre los cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional reseñados en el Capítulo 1 (ver Fig. 2.11).

Topográficamente el Tramo no presenta grandes desniveles. Sólomente el extremo Suroriental del mismo posee alineaciones montañosas importantes. La Sierra de San Serván, con su máxima cota en el vértice San Serván de 608 m, y la Sierra de Peñas Blancas, en cuyo seno se incluye la mayor altura del Tramo con 655 m, se estructuran según alineaciones NO-SE, concordantes con las estructuras de las Sierras del Macizo Ibérico. Ambas Sierras constituyen auténticas barreras a las comunicaciones viarias en sentido ortogonal a las mismas, y sólo son atravesables, bien por sus terminaciones noroccidentales o surorientales, bien por los pocos pasos prácticamente creados por los escasos ríos que atraviesan estas Sierras.

Otras alineaciones montañosas, de rango menor que las anteriormente mencionadas (como la Sierra de Juan Bueno), se disponen, sobre todo, al Noroeste de las Sierras principales (Peñas Blancas y San Serván), pero su menor altura y sus pendientes topográficas más tendidas, hacen que el trazado de carreteras no sea excesivamente problemático.

En el ángulo Noreste del área estudiada aparecen las estribaciones más Sur-occidentales de Sierra Bermeja, alineación montañosa que presenta la misma dirección NO-SE que las sierras principales.

El sector Este del Tramo, en los alrededores de Mérida, está constituido por un relieve muy suave, con alturas topográficas en torno a los 320 m. Sólo los relieves residuales que destacan del entorno, como es el caso del Cerro Carija (375 m), presentan dificultades al trazado de futuras carreteras. En cualquier caso, estas zonas singulares no impiden el trazado de carreteras.

El resto del Tramo, tanto la margen derecha del río Guadiana, como la margen izquierda, no presenta relieves topográficos importantes. Si acaso alguna zona puntual con desniveles moderados que no impedirá el paso de las vías de comunicación.

Desde un punto de vista topográfico, la zona más adecuada para el trazado de carreteras es la correspondiente a la amplia llanura del río Guadiana. Esta zona es un área llana, sin desniveles importantes, y en donde la diferencia de altura entre ribazos y entre las terrazas bajas, no suele sobrepasar los 5 m.



### 2.3. GEOMORFOLOGÍA

En el Tramo estudiado se pueden distinguir cuatro unidades con características geomorfológicas propias.

La primera de dichas unidades correspondería a los grandes afloramientos batolíticos del entorno de Mérida, situados principalmente en la margen derecha del río Guadiana. Se trata de afloramientos en forma de domos, de desnivel bajo, con áreas en las que se distinguen «piedras caballeras», y donde se reconoce un suelo de alteración dispuesto entre los asomos rocosos.

Los procesos externos de erosión han desmantelado en gran medida estos materiales, de forma que los desniveles no son muy acusados. En el borde Este del Tramo se alcanzan alturas topográficas de unos 350 m de media, mientras que en el extremo Oeste del mismo, a unos 25 km de distancia, las cotas medias son de unos 250 m. Dentro de esta unidad geomorfológica destaca el cerro Carija, que con sus 375 m es la mayor altura de la unidad. Este cerro, junto con las lomas de Cabeza Rasa, al Oeste del primero, corresponde a materiales calizos metamorfozados por la intrusión, y que han resistido mejor a los agentes de la geodinámica externa, de ahí que posean una altura mayor que la media, pero siempre dentro de un rango de variación reducido.

La segunda unidad geomorfológica corresponde a los amplios depósitos terciarios que han rellenado una depresión tectónico-erosiva. Morfológicamente constituye un área llana, que enlaza con la vega del río Guadiana, y en la que se pueden distinguir algunos relieves residuales. Los depósitos terciarios de la margen izquierda del Guadiana tienen un relieve algo más acusado que los de la margen derecha, aunque siempre dentro de una variación, en cuanto a desniveles, muy moderada.

Las amplias vaguadas existentes y las laderas tan tendidas de los cerros, que además se recubren de depósitos residuales, dan lugar a un área algo alomada, apta para la construcción de carreteras.

Incluidos entre los depósitos terciarios, se pueden encontrar materiales ígneos y metamórficos que han resistido a los procesos de erosión, pero en ningún caso constituyen relieves importantes ni destacan de una manera acusada sobre el entorno, más o menos llano, que los circunda.

La tercera unidad geomorfológica comprende la amplia vega del río Guadiana, así como las de los afluentes más importantes por la margen izquierda, como son la Rivera de los Limonetes y el río Guadajira. Hacia el Este alcanza una altura topográfica de 215 m, descendiendo, en el extremo occidental, hasta los 170 m. La pendiente longitudinal del río Guadiana es muy escasa, pues sólo llega al 1 por mil. El cauce presenta numerosos brazos de crecida, meandros abandonados y barras, tanto centrales como laterales, y en ocasiones, al aumentar su anchura, el cauce pierde calado y da lugar a vados practicables. La anchura total de la vega puede llegar a tener varios kilómetros.

Restando los problemas de inundabilidad que se producen en esta unidad, esta zona debe considerarse muy adecuada como asiento de posibles carreteras.

La cuarta y última unidad geomorfológica se localiza en el extremo Sureste del área estudiada, y está constituida por los relieves más importantes de todo el Tramo. En dicha unidad se encuentran las Sierras de Peñas Blancas y San Serván, con alturas máximas de 655 m y 608 m, respectivamente. La disposición estructural marca una orientación preferente según una dirección ONO-ESE, en concor-

dancia con las alineaciones orográficas de esta región. Los pasos practicables entre las Sierras están constituidos por los ríos alóctonos que atraviesan aquéllas en sentido SE-NO. El principal de estos cursos es el río Matachel, en el cual se está construyendo actualmente la presa de Alange.

La existencia de abundantes cresterías cuarcíticas, frecuentes asomos rocosos e importantes desniveles, configura un área de relieve muy acusado, y aunque no impide el paso de las carreteras, sí lo dificulta grandemente.

#### 2.4. ESTRATIGRAFIA

La base de la columna estratigráfica general del Tramo está constituida por los importantes afloramientos de rocas magmáticas intrusivas que aparecen tanto en el entorno de Mérida y Alange, como al Oeste del área estudiada. Estos materiales, en los cuales no se puede reconocer la base, están constituidos por ortoneises (grupo 001a), granitos de dos micas (grupo 001b) y granitoides (grupo 001c). En estos últimos se reconoce una diferenciación con el resto de los afloramientos graníticos, tanto por la textura, como por la variación porcentual de sus componentes. También se han reconocido granitos biotíticos (grupo 001d) y granitos anfibolíticos (001e), así como gabros piroxénicos (grupo 001g) y dioritas (grupo 001f).

Los diques de cuarzo, repartidos principalmente por el área oriental del Tramo, (grupo 002), intruyen generalmente a los esquistos, metaareniscas, anfibolitas y metapelitas del grupo (010a), aprovechando líneas de debilidad de directriz ibérica (NO-SE). Este último grupo precámbrico, (010a), se dispone en clara discordancia con los materiales magmáticos anteriores y con los depósitos suprayacentes del grupo (010b), el cual está formado por grauwackas, areniscas y arcosas, intruidas por filones porfídicos y anfibolíticos.

Los materiales del Cámbrico Inferior comienzan por pizarras, areniscas moscovíticas y esporádicos niveles de calizas (grupo 111a), que yacen discordantes sobre el conjunto anterior y son concordantes con el grupo (111b), suprayacente. Este último está compuesto por niveles de calizas que intercalan en su seno tramos pizarrosos y rocas de silicatos cálcicos, las cuales en ocasiones se encuentran mineralizadas.

El Cámbrico Medio está representado en primer lugar por areniscas y pelitas, con intrusiones de rocas subvolcánicas, (grupo 112a), para continuar con calizas muy recrystalizadas y marmóreas, (grupo 112b), originadas como consecuencia de un emplazamiento posterior del batolito granítico.

A continuación y en contacto aparentemente concordante, se sitúa el Ordovícico Inferior, representado por tres grupos. El primero está constituido por metaareniscas, pizarras y arcosas, (grupo 121a), a continuación se dispone el grupo (121b), formado por arcosas y conglomerados, y termina la secuencia en ortocuarzitas blancas del Arenigiense, correlacionables con la «cuarcita armoricana», (grupo 121c).

Después de un hiato importante en la columna estratigráfica general, bien por falta de depósito o bien porque los materiales existentes fueron erosionados, se sitúa el Devónico Inferior, representado por areniscas, esquistos sericíticos, y algunos cantos calcáreos, correspondientes en conjunto al grupo (141a). La serie continúa con el Devónico Inferior y Medio, (grupo 141b), representado por piza-

rras, grauwackas, conglomerados e hiladas carbonatadas. Después de este último término, existe de nuevo una falta de representación de depósitos hasta el Triásico. Este último, (grupo 210), está compuesto por lutitas, areniscas, bancos cuarcíticos y yesos cristalizados, todo ello enormemente tectonizado.

Salvo el pequeño retazo de Trías mencionado anteriormente, no existe otra representación de materiales mesozoicos.

Del Terciario sólo se reconoce la serie miocena, compuesta aquí por los grupos siguientes. Limos arcillosos con arenas y gravas, (grupo 321a), correspondientes a la «Facies Lobón». Areniscas y arcillas, con bancos minoritarios de conglomerados, de la «Facies Almendralejo» (grupo 321b). Arenas, gravas y arcillas rojas de la «Facies Badajoz», (grupo 321c), conglomerados y aglomerados de cantos calcáreos (grupo 321d), carbonatos limosos blanquecinos y pulverulentos (grupo 321e), y por último, y coronando a toda la serie terciaria, carbonatos laminares, horizontales, con hiladas margosas, correspondientes al grupo (321f).

El Plio-cuaternario, de carácter más o menos rañoide, está compuesto por gravas de naturaleza fundamentalmente cuarcítica, junto con una matriz arenosa y limosa.

Por último, se disponen discordantes los distintos depósitos cuaternarios, que ocupan en el Tramo amplias extensiones superficiales. Por su génesis y su origen, se han distinguido coluviales, terrazas, aluviales, suelos de alteración superficial, y rellenos y depósitos antrópicos.

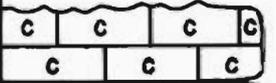
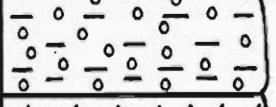
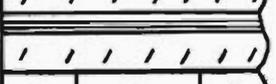
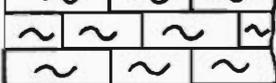
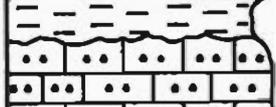
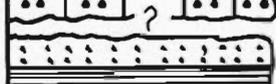
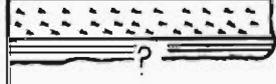
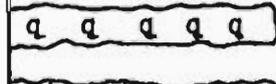
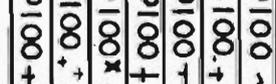
COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	W	B	Rellenos antrópicos	Cuaternario
	A4 ,a4	A	Limos arenosos y arcillosos con cantos	Cuaternario
	A3, a3	B	Gravas cuarcíticas y arenas medias y gneises	Cuaternario
	A2, a2	B	Gravas y gravillas con matriz arenolimsa	Cuaternario
	A1, a1	A	Arenas arcillosas y limosas	Cuaternario
	V2	A	Arenas limosas o arcillosas	Cuaternario
	V1, v1	A	Arenas algo limosas	Cuaternario
	T3	B	Gravas y gravillas con arenas	Cuaternario
	T2	B	Gravas y gravillas arenosas	Cuaternario
	T1	B	Gravas y bolos con arenas limosas	Cuaternario
	C5	A	Gravas subangulares con arenas arcillosas	Cuaternario
	C4	B	Gravas y bolos con arenas algo limosas	Cuaternario
	C3,c3	A	Arenas arcillosas rojizas	Cuaternario
	C2	A	Arenas arcillosas rojizas con cantos	Cuaternario
	C1 ,c1	B	Gravas y limos arenosos	Cuaternario
	350	B	Gravas cuarcíticas con arenas	Pliocuaternario
	32   f	C	Niveles carbonatados	Mioceno
	32   e	C	Carbonatos pulverulentos	Mioceno
	32   d	D	Conglomerados	Mioceno
	32   c	D	Arenas, gravas y arcillas rojas	Mioceno
	32   b	D	Areniscas y arcillas, con bancos conglomeráticos	Mioceno
	32   a	D	Limos arcillosos con arenas y gravas	Mioceno
	210	E	Lutitas, areniscas, cuarcitas y yesos cristalizados	Triásico
	141 b	F	Pizarras, grauackas, conglomerados e intercalaciones calcáreas	Devónico Inferior y Medio
	141 a	F	Areniscas, esquistos sericíticos y bancos calcáreas	Devónico Inferior

ESC=1 / 10.000

NOTA: LOS DEPOSITOS CUATERNARIOS, SIN ESCALA.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA (Continuación)

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	121c	G	Ortocuarcitas blancas	Ordovícico Inferior
	121b	G	Arcosas y conglomerados	Ordovícico Inferior
	121a	F	Metaareniscas, pizarras y arcosas	Ordovícico Inferior
	112b	H	Calizas recristalizadas y mármóreas	Cámbrico Medio
	112a	F	Areniscas, pelitas y rocas subvolcánicas	Cámbrico
	111b	H	Calizas, pizarras y rocas de silicatos cálcicos	Cámbrico Inferior
	111a	F	Pizarras, areniscas moscovíticas y niveles de calizas	Cámbrico Inferior
	010b	F	Grauwackas, areniscas y arcosas, con intrusiones anfibolíticas y porfídicas	Precámbrico
	010a	F	Esquistos, metaareniscas, anfibolitas y metapelitas	Precámbrico
	002	G	Diques de cuarzo	Precámbrico
	001g	I	Gabros piroxénicos	Precámbrico
	001f	I	Dioritas	Precámbrico
	001e	I	Granitos anfibolíticos	Precámbrico
	001d	I	Granitos biotíticos	Precámbrico
	001c	I	Granitoides	Precámbrico
	001b	I	Granitos de dos micas	Precámbrico
	001a	I	Ortoneises	Precámbrico

ESC = 1 / 10.000 .

## 2.5. TECTONICA

El Tramo objeto de estudio ha sufrido diversos procesos tectónicos complejos, relacionados al menos con dos etapas orogénicas importantes. Una precámbrica y otra hercínica.

Existen evidencias petrológicas, cartográficas y químicas, para suponer la existencia de una orogenia finiprecámbrica, asociada a metamorfismo, plutonismo y esquistosidad. La existencia de metamorfismo y plutonismo se observa en el ángulo Sureste del Tramo, en donde la aureola de metamorfismo, asociada a los granitoides preordovícicos, es posterior a la esquistosidad de flujo presente en los materiales precámbricos.

Por otro lado, se observa una discordancia cartográfica entre los materiales paleozoicos y precámbricos, que indica la existencia de una estructura prepaleozoica.

Con respecto a la Orogenia Hercínica, se distinguen varias fases. La primera fase origina grandes pliegues isoclinales de varios kilómetros de longitud de onda, así como pliegues a menor escala, con direcciones axiales comprendidas entre N-110° y N-130°, y vergentes al NE. La esquistosidad asociada a estos pliegues es una esquistosidad primaria, de plano axial. La segunda fase es de cabalgamiento y es la responsable del acercamiento y apilamiento de las distintas unidades consideradas. Los cabalgamientos son visibles a escala cartográfica, y a veces provocan una repetición de formaciones o sucesiones rocosas, como la reconocida en el borde meridional de la Sierra de Peñas Blancas. El transporte de los materiales en esta etapa de cabalgamiento es hacia el Noroeste, tal como se deduce de las estrías del plano de cabalgamiento originadas durante el desplazamiento. La última etapa de plegamiento de esta fase dio lugar a pliegues cilíndricos, de plano axial vertical y con radio amplio. Esta segunda fase es la responsable de la deformación de los ortogneises y de las rocas dioríticas, intruidas en la serie anfibolítica.

La tercera fase desarrolla cizallas tardías que afectan a la foliación principal de las fases anteriores y que se corresponden con una dirección media N-110° E y buzamientos subverticales. Así mismo, en los materiales paleozoicos desarrolla pliegues mesoscópicos de eje subvertical, direcciones N-115-125° E, y buzamientos de 70-80° E. La esquistosidad de fractura, paralela al plano axial, se puede confundir a veces con la esquistosidad desarrollada durante la primera fase.

La cuarta fase, de fracturación, es consecuencia de los esfuerzos distensivos desarrollados al final de la Orogenia. Los distintos sistemas de fracturas observados responden a comportamientos rígidos de los materiales afectados por aquéllos. Los principales sistemas de fracturas reconocidos son los siguientes:

Fallas de dirección N-60°-80° E. Estas estructuras se observan, por ejemplo, en la zona de Zarza de Alange. Son desgarres sinestrales, de salto variable, que en ocasiones pueden llegar a ser de hasta 1 km.

Fracturas de dirección N-110°-130° E. Son fracturas que a veces parecen haber jugado como sinestrales, aunque en otras ocasiones, el rejuego en las estructuras ha debido de ser más complejo, con una cierta componente en la horizontal en unas ocasiones, y otras veces en la vertical. Es posible que en fases tardías del ciclo hercínico, estas estructuras hayan jugado como fallas normales.

Fallas de dirección N-30°-35° E. Este sistema de fallas está representado por ejemplo en el entorno de Alange. La disposición cartográfica de estas fallas indica una cierta componente horizontal con desgarres sinestrales.

Fracturas de dirección N-150°-160° E. Estas fracturas son posteriores a los grandes desgarres anteriores y presentan una componente horizontal dextral. Se producen como consecuencia de los esfuerzos de cizalla, originados en las bandas delimitadas por las fallas principales.

Con respecto a los efectos posteriores a la Orogenia Hercínica, parece existir una cierta actividad neotectónica que afecta a los materiales miocenos de la cuenca del Guadiana. Dicha actividad consiste en la estructuración en bloques rígidos del zócalo y en un posterior rejuego de las fallas limitantes de los mismos según dos direcciones principales: N-120° E y N-40° E. Los sedimentos posteriores a la colmatación de la cuenca (piedemonte y raña, entre otros), no han sufrido ninguna deformación posterior, deduciéndose, por tanto, que la cuenca se ha mantenido inactiva desde el Plioceno hasta la actualidad.

## 2.6. SISMICIDAD

Según la Norma Sismorresistente P.D.S.-1 (1974), actualmente en vigor y en la que se adopta la escala oficial macrosísmica M.S.K. (Medvedev, s.v., Sponhever, y Karnikv., 1967), la totalidad del Tramo estudiado se incluye en la Zona Sísmica Segunda o de sismicidad media.

La sismicidad de la zona 2ª obliga a contar con los valores característicos siguientes:

Velocidad	3 cm/seg
Aceleración	38 cm/seg <sup>2</sup>
Desplazamiento	0,24 cm

Para un período de oscilación del suelo de  $T = 0,5$  seg., el coeficiente sísmico básico correspondiente es  $c = 0,04$ , y para períodos distintos puede calcularse por la fórmula siguiente:

$$c = \frac{0,02}{T}$$



FIG. 2.13.- 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.

- Zona 1.- Lomas y Cerros de Mérida
- Zona 2.- Llanuras y Lomas de Montijo
- Zona 3.- Ribera del Guadiana y de los Limonetes
- Zona 4.- Lomas y Cerros de Lobón y de San Fernando de Olivenza
- Zona 5.- Sierras de Peñas Blancas y San Serván

#### Zona 1.- Lomas y Cerros de Mérida

La Zona 1 abarca todo el cuadrante 777-1, el cuadrante 777-2 excepto las esquinas Sureste y Suroeste, y la mitad septentrional del cuadrante 777-4. Se adentra también en el borde centro-oriental del cuadrante 776-1.

Los materiales más abundantes en esta Zona constituyen los importantes afloramientos graníticos y de rocas intrusivas correspondientes al batolito de Mérida. En clara discordancia con ellos, se disponen las series cámbricas, que en este área están compuestas por materiales de naturaleza fundamentalmente carbonatada. Estos han sido afectados por la intrusión, y así las calizas, debido al metamorfismo de contacto, se han transformado en mármoles.

El Ordovícico se localiza en la esquina Noreste de la Zona y está compuesto por bancos de areniscas, pizarras y cuarcitas, en una sucesión monoclinial.

Los depósitos terciarios se reparten de una forma discontinua y en clara discordancia sobre el resto de los materiales. Las litologías predominantes son las arcillas arenosas de la «Facies Almendralejo», que están coronadas por «bancos» carbonatados, correspondientes a los niveles de colmatación de la cuenca.

Los depósitos cuaternarios de esta Zona corresponden a materiales aluviales, suelos de alteración, coluviales y piedemontes, que recubren a casi todos los materiales anteriormente mencionados. Tanto la extensión superficial de los mismos como su espesor son muy variables de unos puntos a otros, por lo que no se puede dar una potencia uniforme para todos los recubrimientos.

Desde un punto de vista morfológico, la Zona 1 se caracteriza por presentar un relieve peneplanizado, en donde sólo en algunas áreas existen cerros que destacan del entorno, como es el caso del cerro Carija. El resto de la Zona posee desniveles moderados, con pendientes bajas, por lo que no presenta problemas importantes para el trazado de carreteras. Localmente pueden existir algunos aso-

mos rocosos de alturas relativamente acusadas, pero dado que poseen una extensión reducida, pueden fácilmente rodearse.

#### **Zona 2.- Llanuras y Lomas de Montijo**

La Zona 2 comprende gran parte del cuadrante 776-1 y la esquina sureste del cuadrante 777-4. También se adentra en el tercio Norte del cuadrante 776-2.

La mayoría de los materiales que constituyen esta Zona son las arcillas arenosas terciarias de la «Facies Lobón», sobre las que se disponen grandes manchas de arenas arcillosas de la «Facies Almendralejo». Como relieves residuales destacan los afloramientos cámbricos y ordovícicos del Sur de Lácara, y los afloramientos precámbricos y ordovícicos de Montijo.

Los primeros se disponen según una directriz estructural NO-SE, y están formados por calizas cámbricas plegadas y tectonizadas, al sur, y por materiales cuarcíticos y pizarrosos, también plegados, al norte.

Los segundos, dispuestos en el entorno de Montijo, corresponden a arcosas, areniscas e intrusiones subvolcánicas de edad precámbrica, y a cuarcitas e hiladas de pizarras de edad ordovícica.

Salvo estos relieves residuales, el resto de la Zona presenta una morfología muy suave, con desniveles muy bajos (las pendientes son menores del 10%) y en donde sólo los ríos y arroyos principales han erosionado lo suficiente estos materiales como para definir áreas con diferencias de cota apreciables. Este es el caso del río Alcazaba o el del arroyo Alcazabilla.

#### **Zona 3.- Ribera del Guadiana y de los Limonetes**

La Zona 3 comprende la llanura fluvial del río Guadiana, y la de la Rivera de los Limonetes, junto con la de algunos tributarios menores, como el arroyo Aljucén.

La llanura aluvial del río Guadiana, a la altura de Talavera la Real tiene una anchura de unos 7 km; a la altura de Montijo unos 5 km; en Esparragalejo unos 3 km, y en Mérida sólo alcanza 700 m. Esta última anchura se mantiene hasta la población de Villagonzalo. Desde aquí y hacia aguas arriba, la llanura vuelve a extenderse hasta alcanzar unos 2,5 km en el borde Este del Tramo. Esta variación de la llanura aluvial se explica porque el río, a la altura de Mérida, debe atravesar los afloramientos batolíticos por sobreimposición, y en consecuencia, al encontrarse éste parcialmente confinado entre afloramientos y debido a su mayor velocidad, no puede depositar su carga en las márgenes. Una vez atravesado el batolito, la llanura se abre, dando lugar al depósito de los materiales, debido a la pérdida de velocidad de la corriente.

Morfológicamente es un área llana, en la que solamente los ribazos del cauce (con desnivel de unos 3 m) rompen la monotonía de la llanura.

También existen numerosos brazos de crecida, islas centrales y algunos vados, todos ellos como resultado de la propia dinámica activa del río.

La Rivera de los Limonetes es una llanura amplia, con una extensión media de unos 2 km, en donde sólo existe un cauce definido.

#### **Zona 4.- Lomas y Cerros de Lobón y de San Francisco de Olivenza**

La Zona 4 es la que ocupa una mayor extensión superficial en todo el Tramo. Comprende íntegramente el cuadrante 801-1, y el 801-4 hasta la frontera con Portugal. También abarca la mayor parte de los cuadrantes 802-1 y 802-4, excepto la llanura de la Ribera de los Limonetes, así como la mayor parte del cuadrante

803-4 excepto la esquina noreste. Se adentra también en la esquina suroeste del cuadrante 803-1, y la mitad suroriental del cuadrante 777-3, excepto la Sierra de San Serván.

La mayor parte de los materiales que forman esta Zona son depósitos terciarios de las Facies Almendralejo y Badajoz, con una escasa representación de la «Facies Lobón». Coronando los depósitos terciarios se disponen una serie de afloramientos de «barros» carbonatados, más abundantes en el extremo oriental. También existen depósitos de terrazas fluviales que corresponden al río Guadiana.

En el borde occidental de la Zona afloran, de una manera discontinua, materiales intrusivos de naturaleza granítica, y en la margen izquierda del Guadiana, en la frontera con Portugal, depósitos precámbricos y cámbricos similares a los definidos para otras zonas.

En el área Este de la Zona existen depósitos plio-cuaternarios correspondientes a materiales de tipo rañoide, los cuales abarcan importantes extensiones superficiales.

Por otra parte, los depósitos terciarios están recubiertos casi en su totalidad por suelos residuales de alteración que llegan a enmascarar los sedimentos infra-yacentes.

Morfológicamente la Zona 4 es un área de campiña en la que los cerros, coronados a veces por depósitos de terraza y una superficie más o menos uniforme, se articulan con los valles que cruzan el área mediante laderas convexas de pendientes muy suaves.

Sólo el área occidental de la Zona, en donde existen afloramientos rocosos precámbricos y paleozoicos, presenta relieves algo más acusados, aunque en cualquier caso la dificultad para el trazado de carreteras será mínima, dadas las pendientes relativamente suaves que presentan (entre 8° y 10°).

#### **Zona 5.- Sierras de Peñas Blancas y San Serván**

La Zona 5 abarca la mayor parte del cuadrante 803-1, la esquina Noreste del cuadrante 803-4, y el borde Sureste del cuadrante 777-3, correspondiente a la Sierra de San Serván.

Litológicamente esta Zona es la más compleja de todas las consideradas. Los materiales presentes abarcan desde formaciones intrusivas hasta depósitos carboníferos.

Al Sureste de la Sierra de San Serván aflora un pequeño retazo de materiales yesíferos que probablemente corresponden a un relicto de Trías. Los depósitos cuaternarios están representados por aluviales y coluviales principalmente, así como por piedemontes y escasos depósitos de terrazas.

Los depósitos precámbricos y paleozoicos presentan una tectonización muy intensa, con pliegues, cabalgamientos y fallas muy importantes, que complican grandemente la estructura del conjunto.

Las Sierras de Peñas Blancas y San Serván se disponen con directriz ibérica (NO-SE), y constituyen auténticas barreras a las comunicaciones viarias. La Sierra de Juan Bueno, al Norte de la de Peñas Blancas, presenta unos desniveles y unas laderas algo menos acusadas que las de ésta última, y en consecuencia, el trazado de carreteras en sentido ortogonal a la misma, se realiza con dificultades, aunque no lo impide. Sólo rodeando las sierras mayores, o aprovechando los pocos pasos naturales abiertos por los ríos principales, puede establecerse una comunicación que permita atravesar estos accidentes geográficos.

La carretera de Mérida a Almedralejo (N-630) aprovecha un collado existente entre la Sierra de San Serván, al Oeste, y las estribaciones noroccidentales de la Sierra de Peñas Blancas, al Este. Este paso es prácticamente el único practicable y de trazado adecuado que existe entre ambas Sierras. Aunque existen otras carreteras que atraviesan la Sierra de Peñas Blancas, éstas presentan un trazado muy sinuoso, con pendientes longitudinales muy elevadas.



### 3.1. ZONA 1: LOMAS Y CERROS DE MERIDA

#### 3.1.1. Geomorfología

La Zona 1 se localiza en el extremo oriental del Tramo estudiado, y queda limitada al Sur por la vega del río Guadiana, y al Oeste, por los depósitos terciarios de las «Facies Lobón y Almendralejo». Las alturas topográficas sobre el nivel del mar están comprendidas entre los 200 m y los 300 m, aunque al Norte, al Oeste y al Sureste de Mérida, existen pequeños cerros alomados que sobrepasan esta altitud.

El relieve es suave, con algunas lomas pequeñas, de escasa entidad, que tienen sus cimas redondeadas. Dado que todo el área estudiada ha sufrido un intenso proceso de peneplanización a lo largo del tiempo, los escasos resaltes morfológicos que pueden identificarse en esta Zona son debidos a una relativa mayor resistencia de los materiales a los agentes externos, ligada fundamentalmente a sus características petrológicas. En cualquier caso, los pequeños asomos y resaltes rocosos no tienen la suficiente entidad e importancia como para impedir el paso de carreteras.

La red hidrográfica está poco marcada, y los escasos valles de los arroyos y torrentes que surcan esta Zona poseen un gradiente longitudinal bajo. Sus perfiles transversales son muy tendidos. Los ríos principales, cuyos nacimientos se encuentran fuera de la Zona, suelen tener un caudal continuo. En cambio, los arroyos autóctonos poseen un caudal estacional o esporádico.

Las pendientes generales de esta Zona son muy bajas y están comprendidas generalmente entre el 3% y el 10%. Sólo el área donde afloran los asomos rocosos más resistentes (Cerro Carija y estribaciones de Sierra Blanca) posee unas pendientes algo más elevadas (del 10% al 20% en el primer caso, y del 20% al 30% en el segundo).

#### 3.1.2. Tectónica

Dentro de la Zona 1 pueden reconocerse un conjunto de estructuras tectónicas, orientadas según direcciones hercínicas (NO-SE). Se pueden distinguir tres fases importantes de plegamiento, una posterior de carácter distensivo, y un último episodio tardío compresivo.

La primera fase (o fase 1) da lugar a grandes pliegues, de longitud de onda kilométrica, así como a otros pliegues, apretados, de menor escala. Las direcciones de los ejes están comprendidas entre la N-110° E y la N-130° E, y son vergentes al NE. La esquistosidad que se origina en esta fase es una esquistosidad primaria de plano axial. También da lugar esta fase a una serie de cabalgamientos y fallas, vergentes al NE, y paralelas a los pliegues anteriores. Regionalmente se consideran estas estructuras como postfase 1.

La segunda fase (fase 2) da lugar a una segunda esquistosidad, que tiene mayor representación en la Serie Anfibolítica, y que presenta unas direcciones medias de N-140° E y buzamiento subvertical. También produce una mayor acentuación de los pliegues de la fase 1, apretando éstos.

Esta segunda fase es la responsable de la deformación observada en los orto-neises y dioritas, que se encuentran intruidas en la Serie Anfibolítica, dando lugar

a una foliación penetrativa, cuyo origen debe buscarse en un cizallamiento sinistral regional.

La tercera fase (fase 3) da lugar a un cizallamiento de las esquistosidades de las fases 1 y 2, el cual presenta una directriz estructural N-110°E y un buzamiento subvertical.

En los materiales paleozoicos de la Zona 1, esta fase 3 se reconoce por un desarrollo notable de pliegues decamétricos, con una dirección axial comprendida entre N-115°E y N-125°E, y un buzamiento de plano axial comprendido entre 70 y 80° al Este. La esquistosidad desarrollada en esta fase es una esquistosidad de fractura paralela al plano axial.

También se originan durante esta fase 3 unas milonitas (en general producidas a causa de los desgarres sinestrales), las cuales presentan diversas microestructuras tales como sombras de presión, fracturas antitéticas y micas fusiformes, entre otras.

Asociadas a los desgarres (o cizallas) sinestrales, se pueden reconocer también cizallas dextrales de dirección N-160°E, mucho menos desarrolladas que las anteriores y conjugadas con aquéllas.

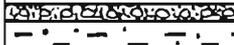
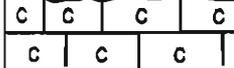
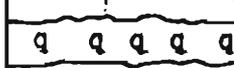
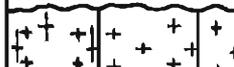
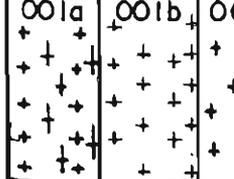
Posteriormente a la fase 3 se desarrolla una etapa distensiva, puesta de manifiesto por los hechos siguientes:

- Formación de cuencas alargadas, dispuestas según direcciones entre N-120°E y N-130°E, y limitadas por fallas.

- Intrusión de grandes diques de pórfidos y de cuarzo con direcciones medias N-130°E, aprovechando zonas de debilidad que tienen la misma dirección. Estos diques no presentan evidencias de las deformaciones reconocidas en las fases anteriores.

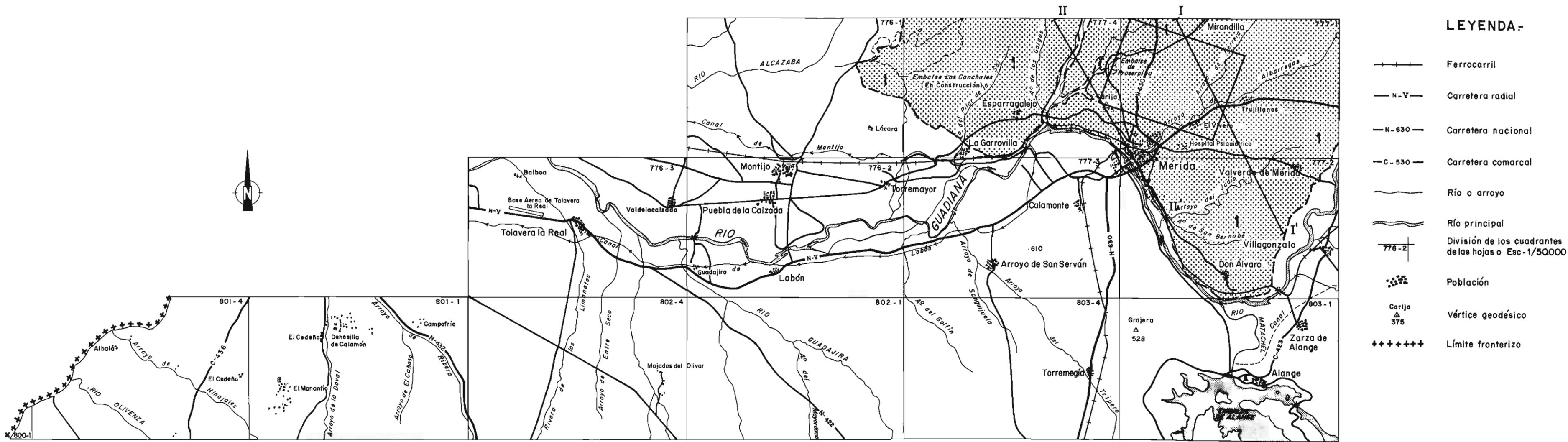
Al término de la Orogenia Hercínica puede reconocerse una fase tardía compresiva que produce fallas de desgarre de carácter inverso, muchas de las cuales corresponden a estructuras preexistentes, reactivadas en esta etapa. Como consecuencia de este proceso, se puede reconocer una esquistosidad de dirección comprendida entre N-100°E y N-110°E, con buzamiento subvertical, y una crenulación de dirección N-110°E a N-120°E y buzamiento entre 10° y 20° al NO. La dirección más probable de compresión es la N-5°E, que está de acuerdo con los modelos establecidos para la fracturación tardihercínica de la Península Ibérica.

### 3.1.3 COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	W	B	Rellenos antrópicos	Cuaternario
	A2	B	Gravas y gravillas con matriz areno-limosa	Cuaternario
	A1	A	Arenas arcillosas y limosas	Cuaternario
	V2	A	Arenas limosas o arcillosas	Cuaternario
	V1	A	Arenas algo limosas	Cuaternario
	T3	B	Gravas y gravillas con arenas	Cuaternario
	C5	A	Gravas subangulosas con arenas arcillosas	Cuaternario
	C2	A	Arenas arcillosas rojizas con cantos	Cuaternario
	C1	B	Gravas y limos arenosos	Cuaternario
	350	B	Gravas cuarcíticas con arenas	Pliocuatnario
	321 b	D	Areniscas y arcillas con bancos conglomeráticos	Mioceno
	121 c	G	Ortocuarcitas blancas	Ordovícico Inferior
	121 a	F	Metaareniscas, pizarras y arcosas	Ordovícico Inferior
	112 b	H	Calizas recristalizadas y marmóreas	Cámbrico Medio
	010 a	F	Esquistos, metaareniscas, anfíholitas y metapelitas	Precámbrico
	002	G	Diques de cuarzo	Precámbrico
	001 f	I	Dioritas	Precámbrico
	001 b	I	Granitos de dos micas	Precámbrico
	001 a	I	Ortoneis	Precámbrico

NOTA: LOS DEPOSITOS CUATERNARIOS, SIN ESCALA.

E=1/10.000



**LEYENDA-**

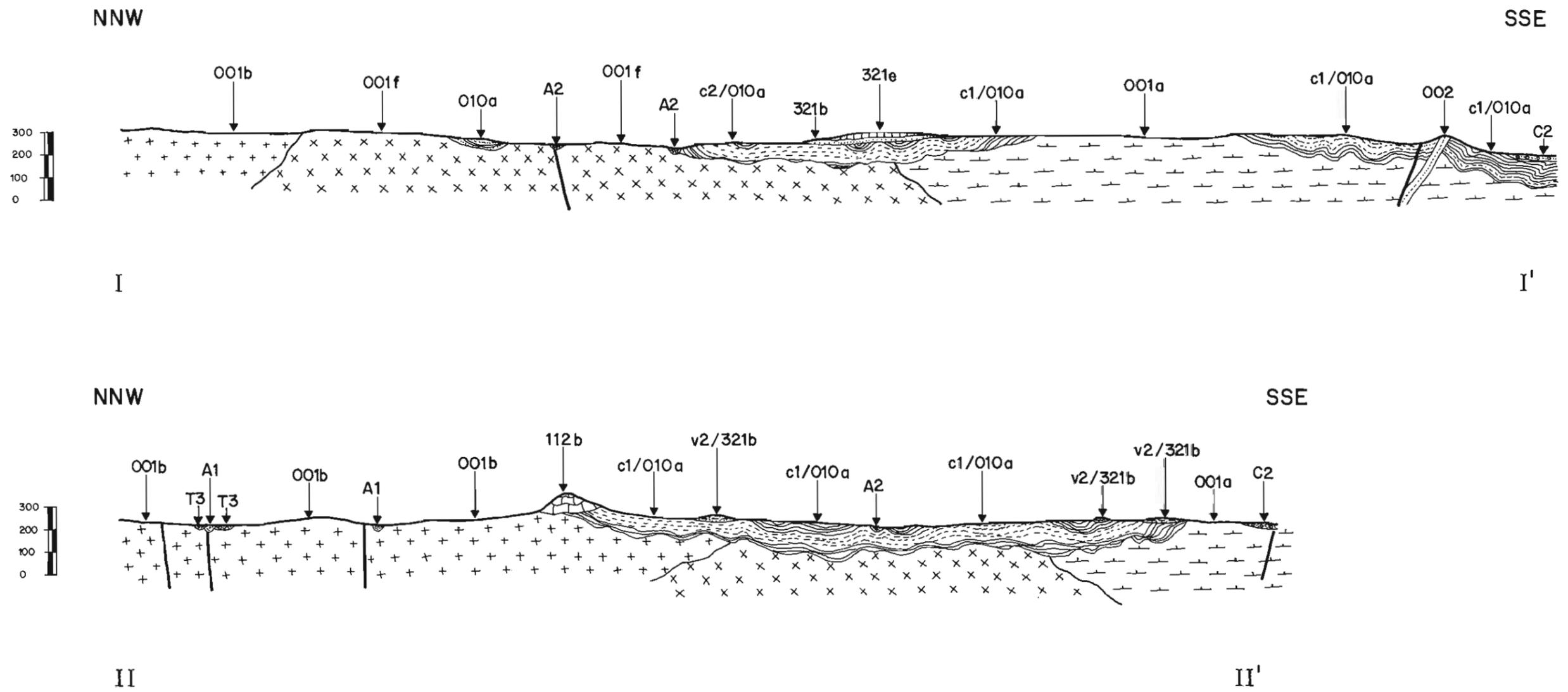
- +—+—+—+ Ferrocarril
- N-Y — Carretera radial
- N-630 — Carretera nacional
- C-530 — Carretera comarcal
- ~~~~~ Río o arroyo
- ~~~~~ Río principal
- 776-2 | División de los cuadrantes de las hojas o Esc-1/50000
- Población
- Carrija Δ 375 Vértice geodésico
- +++++ Límite fronterizo

ESCALA - 1/200000

0 5 10

- ZONA 1: LOMAS Y CERROS DE MERIDA
- BLOQUE - DIAGRAMA.
- I—I' CORTE GEOLOGICO.

FIG. 3.1.- ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 1, Y DE LOS CORTES GEOLOGICOS Y DEL BLOQUE-DIAGRAMA REALIZADOS EN LA MISMA.



ESCALAS = H: 1/50.000  
 V: 1/20.000

FIG. 3.2.-CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA 1

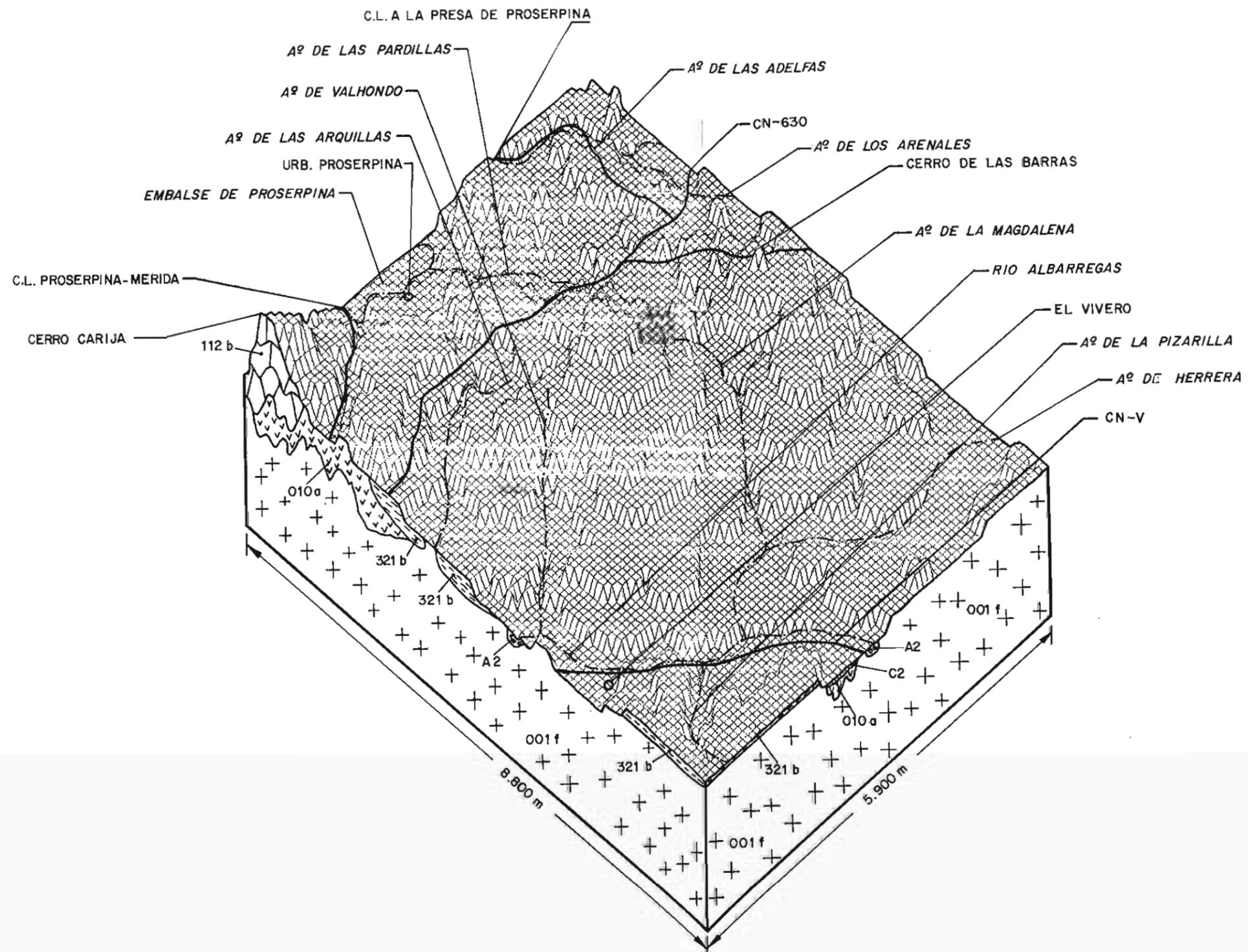


FIG.3.3.-BLOQUE-DIAGRAMA DE LA ZONA 1

### 3.1.4. Grupos litológicos

ORTONEIS, (001a).

**Litología.**— Este grupo está constituido por ortoneis (gneis derivado de granito), de grano medio a grueso, en tonos grises, y con frecuentes zonas de oxidación que dan lugar a tramos rojizos. Intruyendo al conjunto aparecen algunos diques, de 2 a 3 m de espesor, compuestos por rocas porfídicas, de color claro, y que contienen grandes fenoblastos leucocráticos de feldespatos.

Superficialmente se recubren de un suelo de alteración, de extensión y profundidad variables, compuesto principalmente por arenas medias y gruesas con algo de limos.



Foto 1.- Detalle de las rocas del Grupo 001a, al Norte de la carretera N-V, en el punto kilométrico 330,6.

**Estructura.**— La disposición estructural del conjunto se presenta masiva, aunque hay un diaclasado intenso y profundo, y una foliación marcada. La intersección de las diferentes estructuras da como resultado una fragmentación de la roca en bloques y lajas, cuyos tamaños dependen principalmente de la separación existente entre las litoclasas.

**Geotecnia.**— Esta formación se encuentra superficialmente alterada en los 2 m superiores, aunque la alteración no se produce de una manera homogénea. En consecuencia, los niveles superficiales de alteración serán ripables y permeables, mientras que la formación sana será impermeable y no ripable. Los taludes de excavación se podrán cortar subverticalmente en la formación, pero deberán rebajarse a 1,5 H/1V en los recubrimientos. Esta formación podría utilizarse como préstamo, pero será necesario realizar los ensayos correspondientes para determinar su idoneidad.

## GRANITO, (001b).

**Litología.**— Constituye este grupo un granito de dos micas, con tamaño de grano variable, grandes fenocristales de feldespato potásico, y que presenta colores ocreos o claros, en función de la alteración sufrida. Cortando e intruyendo a la formación se reconocen diversos diques de aplitas, de espesor variable, grano fino y tonos claros. También se han reconocido algunas zonas rojizas, producto de la oxidación de los elementos ferromagnesianos constituyentes de la roca.

**Estructura.**— La estructura del grupo, por su propia génesis, es de tipo masivo. Superficialmente y como consecuencia de la meteorización y alteración sufridas, se presenta con un relieve en grandes bolos y domos, entre los que se dispone el nivel alterado. La fracturación y diaclasado existentes son elevados en superficie.



Foto 2.- Grupo 001b. Aspecto superficial del grupo, en la carretera de Esparragalejo a La Garrovilla.

**Geotecnia.**— Los niveles superficiales de alteración y los pocos tramos «milonizados» reconocidos presentan una permeabilidad acusada; además son fácilmente ripables. La capacidad portante es media en los tramos alterados, y alta en la formación sana. En ésta, la permeabilidad es nula. Es una formación no ripable. Los taludes de excavación para alturas bajas y medias podrán tallarse subverticales, saneando los paramentos de los elementos desprendibles que pudieran existir; en cambio, en los niveles de alteración la inclinación no debería sobrepasar el 1,5H/1V.

La formación puede ser utilizable como fuente de áridos de machaqueo para capa de rodadura, aunque evidentemente deberán efectuarse los ensayos pertinentes para determinar su calidad para tal fin, además de realizar el correspondiente estudio económico y de viabilidad.

## DIORITAS, (001f).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por dioritas de grano grueso y medio, de color verdoso en corte fresco y con tonos rojizos cuando se presentan alteradas.

Intruyendo a la formación se han reconocido algunos diques de cuarzo de escasa potencia (10 a 50 cm), así como algunos xenolitos y gabarros procedentes de la serie anfibolítica.

La composición mineralógica de la roca está formada principalmente por cuarzo, plagioclasa, moscovita, biotita y anfíbol.

En superficie se reconoce un nivel de alteración que enmascara la roca, aunque de espesor moderado y que no suele sobrepasar los 2 m de potencia.

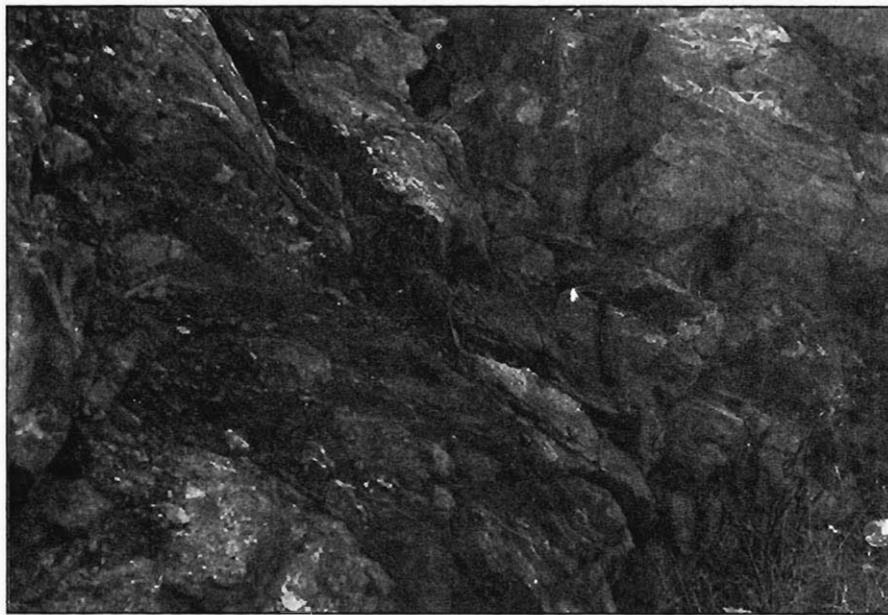


Foto 3.- Grupo 001f. Aspecto de las dioritas en un pequeño desmonte situado a 2 km al Noroeste de Mérida.

**Estructura.**— La estructura de este grupo es masiva, aunque se puede reconocer una red de diaclasado y fracturación principal, con una dirección N-30° E a N-45° E, y otra red, asociada, con dirección N-90° E a N-100° E. Los diques de cuarzo se suelen disponer precisamente según estas directrices estructurales.

**Geotecnia.**— Este grupo puede considerarse como canterable, aunque para comprobar su calidad y posible aprovechamiento, deberá determinarse la ubicación concreta de los frentes de explotación. La capacidad portante es media en los niveles de alteración y alta en la formación sana.

Los 2 ó 3 m más superficiales son permeables y fácilmente ripables, mientras que la propia formación es impermeable por su propia naturaleza y no ripable.

Los taludes de excavación pueden tener inclinaciones subverticales en la formación sana, siempre que no se corten piedras caballeras, que podrían desplomarse. En los niveles de alteración se recomienda una inclinación máxima de 1 H/1V.

## DIQUES DE CUARZO, (002).

**Litología.**— Este grupo lo componen una serie de diques de cuarzo, en colores blancos, lechosos y azulados, que tienen espesores muy variables, desde pocos centímetros hasta los 50 m. Pueden tener un gran desarrollo longitudinal, hasta 1.000 m.

**Estructura.**— Los diques se disponen en las zonas altas de los cerros, debido a la gran resistencia que presentan frente a la erosión. Localmente se reconocen una fracturación y un diaclasado muy intensos (de 8 a 15 diaclasas/m), pero la roca no presenta ningún tipo de alteración.

**Geotecnia.**— Este grupo no es ripable, por lo cual si es necesario excavarlo, deberá recurrirse al empleo de voladuras. Es impermeable y puede ser utilizado como préstamo.

Los taludes de excavación podrán cortarse subverticales para alturas de talud altas y medias, pero deberá efectuarse un saneo cuidadoso de los elementos que pudieran desprenderse a corto y medio plazo.

La capacidad portante de este grupo alcanza valores altos.

## ESQUISTOS, METAESQUISTOS CUARCITICOS, METAARENISCAS, ANFIBOLITAS Y METAPELITAS, (010a).

**Litología.**— Este grupo está formado por la llamada «serie anfibolítica», serie muy compleja formada por esquistos, metaesquistos cuarcíticos, metaareniscas, anfibolitas y metapelitas.

Los esquistos y los metaesquistos cuarcíticos presentan un veteado de colores verdes y rosados que los hace fácilmente identificables; este veteado es debido a un mayor o menor contenido en cuarzo. Además en dicho veteado se reconocen micropliegues. El espesor de las vetas varía desde algunos centímetros a algunos decímetros. Pueden aparecer también metavulcanitas asociadas.

Las metaareniscas están compuestas principalmente por feldespatos y cuarzo, y se presentan en tonos grisáceos y verdosos. El tamaño de grano es medio y presentan una marcada foliación.

Las anfibolitas son rocas de colores verdosos y azulados, que tienen una esquistosidad algo marcada, y en ocasiones aparecen con segregaciones de cuarzo.

Las metapelitas se encuentran fuertemente esquistosadas, son de colores verdosos y ocres, y de aspecto pizarroso. En ocasiones aparecen bandeadas en colores claros y oscuros, cloríticas y carbonosas respectivamente.

**Estructura.**— Este grupo posee, como características estructurales más destacadas, una alta fracturación, una esquistosidad continua apreciable, y frecuentes pliegues disarmónicos. La fuerte dislocación del conjunto hace que no se pueda seguir la secuencia estratigráfica completa. En superficie el grupo se presenta muy alterado, con recubrimientos que pueden llegar a los 1,5 ó 2 m de espesor. Los buzamientos de las capas son muy elevados (de 70° a 80° hacia el Sur) y con direcciones en general ENE-OSO.



Foto 4.- Grupo 010a. Aspecto del grupo en la carretera local de acceso a San Pedro de Mérida.

Las zonas falladas se reconocen por su coloración rojiza característica, debido a que dichas zonas sufren un intenso proceso de oxidación por circulación interna de agua.

El número de fracturas o diaclasas por metro lineal está comprendido entre 15 y 35, siendo la media 20 diaclasas/metro.

**Geotecnia.**— Al estar este grupo tan fracturado y alterado, son ripables al menos los 2 ó 3 m superiores. La propia formación no debe ser considerada ripable. La capacidad portante es baja o media según el grado de alteración del grupo. Es un conjunto permeable por porosidad intergranular, en la zona del recubrimiento, y semipermeable, por fisuración, en la formación. No es adecuado como material de préstamo ya que posee demasiados elementos finos que son difícilmente compactables.

Admite taludes de hasta 60° de inclinación en la formación sana y para alturas bajas. Para alturas medias se puede mantener la misma inclinación, siempre que no exista un diaclasado o estratificación desfavorable (paralela a la posible carretera), en cuyo caso deberá rebajarse la inclinación hasta al menos 1H/1V. También es conveniente disponer bermas de unos 2 m de anchura, cada 4 ó 5 m de altura de talud.

En los recubrimientos, los ángulos de excavación no deben sobrepasar los 40° en ningún caso, ya que son proclives al deslizamiento.

#### CALIZAS RECRISTALIZADAS, (112b).

**Litología.**— Este grupo lo componen una serie de calizas recristalizadas, marmóreas, de tonos grises o con bandas grises y blancas, así como mármoles



Foto 5.- Grupo 112b. Aspecto superficial de las calizas, en un afloramiento a unos 2 km al Sur de Lácara.

dolomíticos de tonos ocres oscuros o verdosos, granuloso y con aspecto oqueroso. La potencia visible del conjunto puede estimarse entre los 30 m y 100 m, sin que se pueda precisar más, ya que no se ha podido reconocer la base de la formación.

**Estructura.**— Los bancos individuales se disponen con espesores comprendidos entre 0,5 y 1 m. Existe un diaclasado poco marcado y discontinuo, que no llega a romper el material en bloques, dado que dichas fracturas se presentan cerradas.

Las direcciones de las capas son variables, desde la N-40°-50° E hasta la N-110°-130° E, en función de las distintas fases de plegamiento sufridas y según donde se efectúa la medición.

Los buzamientos suelen ser más homogéneos, aunque siempre elevados, en torno a 50° ó 70°.

**Geotecnia.**— Este grupo posee una alta capacidad portante. Es además canteable, incluso para subbase y base. Para determinar su idoneidad como préstamo para capa de rodadura, deben realizarse los ensayos pertinentes (coeficiente de desgaste Los Angeles, adhesividad al betún, ensayo de pulimento acelerado, etc.).

Son materiales no ripables, por lo que en caso de realizar excavaciones, éstas deberán efectuarse mediante voladuras.

Los taludes de excavación para alturas bajas y medias pueden ser subverticales, pero deberán sanearse los paramentos antes de dejar aquéllos como definitivos, y deberá construirse un cunetón amplio a pie, para recoger los desprendimientos que se produzcan a medio plazo.

Son materiales muy permeables, dada la intensa karstificación a que se han visto sometidos.

PIZARRAS, METAARENISCAS Y ARCOSAS, (121a).

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

CUARCITA ARMORICANA Y PIZARRAS, (121c).

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

ARENISCAS, ARCILLAS Y CONGLOMERADOS, (321b).

Se estudia en la Zona 4, dada su mayor representatividad.

GRAVAS SUBANGULOSAS CON ARENAS ARCILLOSAS, (350).

Se definirá en la Zona 4, dada su mayor extensión en ella.

COLUVIAL DE VALVERDE DE MERIDA, (C1).



Foto 6.- Grupo C1. Detalle de las granulometrías existentes en este grupo.

**Litología.**— Este grupo lo componen gravas y limos arenosos y arcillosos. Las gravas están formadas principalmente por cantos de cuarcita, arcosa y grauwacka, así como de material procedente de rocas básicas. Los limos son algo plásticos cuando se humedecen y, lateralmente, pasan a arenas arcillosas.

**Estructura.**— La estructura de este grupo es masiva, con un porcentaje de cantos mayor de un 50% en volumen sobre el total, aunque localmente este porcentaje puede ser algo menor. Dentro del conjunto no se aprecia ningún tipo de selección del material.

El tamaño medio de canto está comprendido entre 2 y 5 cm, mientras que el tamaño máximo observado (centil) es de 20 cm.

**Geotecnia.**— Los materiales que constituyen este grupo son fácilmente ripables y su capacidad portante es baja. Son depósitos semipermeables debido al contenido en elementos finos, y pueden ser utilizables como material de préstamo retirando los clastos de mayor tamaño.

Los taludes de excavación se degradan fácilmente con inclinaciones superiores a los 30°, por lo que es recomendable construir una cuneta al pie de aquéllos que sirva para recoger los derrubios producidos.

#### COLUVIAL DEL EMBALSE DE CORNALBO, (C2).



Foto 7.- Grupo C2. Aspecto del coluvial en un corte artificial. Nótese los clastos angulosos y la matriz areno-arcillosa.

**Litología.**— Este grupo lo forman arenas arcillosas y gravas. Las arenas, con algo de arcillas, son de tamaño medio y fino, generalmente de cuarzo, y representan una proporción del 70% en volumen respecto del total.

Las gravas son subredondeadas, de naturaleza silíceas, y representan menos del 30% en volumen. Los tamaños máximos de canto encontrados son de unos 25 cm de diámetro.

**Estructura.**— La disposición estructural de este grupo es masiva, y no se pueden reconocer superficies de estratificación. Sí se aprecia una cierta granoselección positiva. Originalmente debe tener una cierta inclinación sinsedimentaria del orden de 3° ó 4°.

**Geotecnia.**— Los materiales son ripables y pueden ser utilizados como préstamo para núcleo y coronación de terraplenes, retirando previamente los clastos de tamaño inadecuado. Debido a la presencia de elementos finos, la formación debe considerarse como semipermeable. Localmente pueden llegar a originarse encharcamientos. La capacidad portante es baja, por lo que se hace necesaria la construcción de una explanada mejorada.

La meteorización y erosionabilidad de este grupo son altas, y podrán llegar a taponarse los drenes y las pequeñas obras de paso que se construyan. Se recomienda, por tanto, un dimensionado generoso de las mismas.

#### COLUVIAL DE LOS CANCHALES. (C5).

**Litología.**— Este grupo se encuentra situado a unos 3 km al Norte de Lácara, y está formado por gravas subangulosas empastadas en una matriz areno-arcillosa.

Las gravas son fundamentalmente de naturaleza carbonatada, muy mineralizadas, y con cantos de tamaño variable, entre los 5 y los 20 cm de diámetro. La matriz es areno-arcillosa y algo plástica, tiene tonos pardos oscuros y representa un volumen con respecto al total del orden del 50% al 60%.

**Estructura.**— La disposición estructural de este grupo es subhorizontal, con una ligera pendiente, de unos 5° al Suroeste, de origen sinsedimentario. A nivel de afloramiento no se reconoce estratificación, y sí una masa caótica de cantos que se encuentran englobados en la matriz.

**Geotecnia.**— Este grupo se considera ripable y con una permeabilidad media. Los materiales pueden ser utilizables como material de préstamo, pero los cantos de tamaño inadecuado deberán eliminarse o fragmentarse. Los taludes de excavación no admiten ángulos superiores a los 25°, ya que si se aumenta dicha inclinación, estos depósitos sufren deslizamientos. La capacidad portante del grupo alcanza valores medios.

#### TERRAZA BAJA DEL RIO ALJUCEN. (T3).

**Litología.**— Este grupo se compone de gravas, subredondeadas a redondeadas, y de una matriz arenosa y limosa. Las gravas son de procedencia plutónica y

metamórfica, tienen fundamentalmente una naturaleza cuarcítica y granítica, presentan unos tamaños medios de canto en torno a los 6 ó 10 cm. El canto de mayor tamaño encontrado ha sido de 24 cm de diámetro.

La matriz, de naturaleza areno-limosa, posee unos tamaños de grano medios y se dispone englobando a los clastos. Dentro del conjunto se pueden reconocer pequeños lentejones arenosos y limosos, sin gravas, que se acuñan lateralmente en pocos metros. La potencia de estas intercalaciones no suele sobrepasar el medio metro.



Foto 8.- Grupo T3. Aspecto superficial de la terraza a unos 5 km al NE de Esparragalejo.

**Estructura.**— La disposición estructural de este grupo es subhorizontal. Se puede reconocer una cierta gradación de tamaños en la vertical, así como estratificaciones cruzadas de bajo ángulo y una cierta orientación preferente de cantos.

**Geotecnia.**— Los materiales son fácilmente ripables. Podrían utilizarse como préstamos para núcleo y coronación de terraplenes, retirando previamente los clastos de tamaño inadecuado que no cumplan el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3). La capacidad portante es de tipo medio.

Son materiales permeables y erosionables a corto y medio plazo, por lo que en caso de realizar desmontes o excavaciones (zanjas, pozos, etc.), éstas deberán entibarse adecuadamente.

#### ELUVIAL DE ESPARRAGALEJO. (V1).

**Litología.**— Este grupo es un recubrimiento de suelo de alteración, y se localiza principalmente sobre las formaciones plutónicas del Tramo. Está formado por

arenas gruesas y medias, algo limosas y arcillosas y con algún canto de naturaleza fundamentalmente plutónica. El espesor del grupo es muy variable, dado el grado de alteración tan heterogéneo que presentan las formaciones intrusivas infra-yacentes.

**Estructura.**— No puede reconocerse una estructura definida en este grupo, dado el carácter masivo del mismo.

**Geotecnia.**— Los materiales de esta formación son fácilmente ripables. Son tolerables como material de préstamo y semipermeables. La capacidad portante es de tipo medio y, localmente, baja.

La erosionabilidad del material es acusada, por lo que se hace necesario, en caso de tener que realizar taludes de excavación, construir una cuneta amplia al pie de aquéllos para recoger los derrubios producidos. La inclinación de dichos taludes no debería sobrepasar los 20°, dado que, además, pueden sufrir deslizamientos.



Foto9.- Grupo VI. Aspecto superficial en el entorno de Esparragalejo.

#### ELUVIAL SOBRE LA FORMACION TERCIARIA, (V2).

Dada la mayor representatividad de este grupo en la Zona 4, se describe en dicha Zona.

#### ALUVIAL DEL ARROYO DE LA ALBUERA, (A1).

**Litología.**— Este grupo lo componen arenas arcillosas y/o limosas, junto a cantos de naturaleza fundamentalmente cuarcítica, aunque también se han reco-

nocido otros de metaareniscas, grauwackas y de fragmentos de rocas plutónicas. El porcentaje de cantos con respecto al volumen total de material no sobrepasa el 30%.

La potencia del grupo es variable, y en función del espesor se ha reflejado en el plano con «a» mayúscula, si el grupo tiene más de 3 m de espesor, y con «a» minúscula, si tiene menos de 3 m.



Foto 10.- Grupo A1. Detalle del aluvial. Obsérvense los materiales arcillosos y plásticos en primer término.

**Estructura.**— Superficialmente no se reconoce estructura en este grupo, aunque se aprecia una disposición del aluvial según cauces divagantes, con acumulación de materiales algo más finos en las zonas internas de los meandros.

**Geotecnia.**— Los materiales que componen este grupo son fácilmente ripables. Son materiales intolerables como préstamo, tanto para el núcleo de terraplenes como para la coronación de los mismos, dada la dificultad de compactación que presentan. Se encharcan con facilidad debido al contenido tan alto en finos que poseen, por lo cual deberá tenerse en cuenta la cuestión del drenaje. Las excavaciones que deban efectuarse en este grupo presentarán problemas de agotamiento, dado que existe un acuífero libre.

Deben tenerse en cuenta los problemas de inundabilidad y de posibles erosiones de fondo, en el caso de ejecutar puentes con apoyos en el aluvial.

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

**Litología.**— Este grupo está compuesto por cantos, tanto cuarcíticos como de fragmentos de rocas metamórficas y plutónicas, y por arenas limosas y algo



Foto 11.- Grupo A2. Aluvial del río Albarregas a unos 2 km al Noreste de Trujillanos.

arcillosas. El porcentaje de cantos con respecto al volumen total supera el 60% y, generalmente, no suele sobrepasar el 80%.

En superficie se reconoce un nivel de arenas limosas de inundación, localizado en las márgenes, cuyo espesor no suele superar los 1,5 m.

**Estructura.**— Los materiales se presentan superficialmente sin estructura definida, con carácter masivo. En las zonas de erosión de márgenes, localizadas en los cauces, se puede reconocer una disposición horizontal entre las arenas limosas de inundación, superiores, y las gravas areno-limosas subyacentes.

**Geotecnia.**— Este grupo se considera ripable en su totalidad y con capacidad portante baja en superficie. Son depósitos tolerables a adecuados como préstamos para núcleo y, posiblemente, para coronación de terraplenes, aunque deberán realizarse los ensayos correspondientes para determinar su calidad para tal fin. La permeabilidad es media a baja, con algunas áreas encharcables por acumulación de sedimentos finos. El nivel freático se encuentra cerca de la superficie, dado que es un acuífero libre, por lo que existirán problemas de agotamiento en las posibles excavaciones que se realicen en este grupo.

## RELLENOS Y ECHADIZOS ANTROPICOS. (W).

**Litología.**— Este grupo se compone tanto de los desechos de explotaciones de canteras y graveras, como de los procedentes de echadizos de naturaleza antrópica (residuos sólidos urbanos, productos de desecho, etc.).

**Estructura.**— Obviamente este grupo no presenta ningún tipo de estructura en sentido estricto, dado el sistema de vertido utilizado. Son montones de escombros y restos sin ninguna ordenación.

**Geotecnia.**— Estos materiales conviene evitarlos siempre en el trazado de carreteras, dada su baja capacidad portante. Algunos de sus productos pueden utilizarse como áridos de machaqueo en la construcción de carreteras, como es el caso de los acopios, reconocidos en las explotaciones de gravas, de la vega del Guadiana. El resto de los componentes de este grupo son intolerables como préstamo.

### 3.1.5. Grupos geotécnicos

Los distintos materiales que constituyen esta Zona 1 se agrupan, de acuerdo con sus características geotécnicas, en los grupos que a continuación se indican.

**Grupo A: Materiales cuaternarios cohesivos.**— Están compuestos por materiales finos (limos y arcillas), con un cierto contenido en arenas, y localmente con algunos cantos. Estos materiales presentan problemas de plasticidad y colapso. Son formaciones impermeables y encharcables, y se erosionan con facilidad. Poseen una baja capacidad portante y son fácilmente ripables. Algunas formaciones pueden tener problemas de inundaciones. Pertenecen a este Grupo A las formaciones A1, V1, V2, C2 y C5.

**Grupo B: Materiales cuaternarios no cohesivos.**— Son formaciones fundamentalmente granulares, compuestas por gravas o bolos de tamaño variable, y por una matriz arenosa y limosa. Localmente pueden existir cementaciones. Son formaciones semipermeables, erosionables y con problemas de mantenimiento de los taludes de excavación. Algunos de los materiales pueden utilizarse como préstamos. La capacidad portante de las formaciones es de tipo medio. A este Grupo B pertenecen las siguientes formaciones: W, A2, T3, C1 y 350.

**Grupo D: Materiales detríticos y detrítico-arcillosos.**— Estos materiales tienen problemas de estabilidad en los taludes de excavación, tanto en lo que se refiere a erosiones, como a deslizamientos y corrimientos. Son materiales fácilmente ripables y pueden encharcarse en zonas llanas. Su capacidad portante es baja. A este Grupo D sólo pertenece la formación 321b.

**Grupo F: Formaciones rocosas, troceadas y pizarrosas.**— Presentan problemas de estabilidad de taludes si éstos se cortan con buzamiento desfavorable, pudiendo dar lugar a deslizamientos planos. Son semipermeables en la zona superior de alteración, e impermeables en profundidad. A este Grupo pertenecen las formaciones 121a y 010a.

**Grupo G: Formaciones silíceas compactas.**— Pueden presentar problemas de desprendimientos en zonas acantiladas. No son ripables y poseen una elevada

capacidad portante. Son impermeables, salvo en áreas tectonizadas, y podrían utilizarse como material de préstamo. Se incluyen aquí las formaciones 121c y 002.

Grupo H: Formaciones carbonatadas compactas.— En general estas formaciones se encuentran karstificadas, por lo que poseen una elevada permeabilidad. Son materiales adecuados para su utilización como préstamos. Poseen una elevada capacidad portante y no son ripables. En esta Zona sólo se incluye el grupo 112b.

Grupo I: Formaciones intrusivas compactas.— Son formaciones de elevada capacidad portante por debajo del nivel de alteración. La permeabilidad en la formación sana es muy baja. No son ripables salvo el nivel de alteración. Los taludes de excavación pueden cortarse subverticales, saneando posteriormente sus paramentos. A este Grupo I pertenecen las formaciones 001f, 001b y 001a.

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

Los problemas geotécnicos presentes en esta Zona 1 vienen derivados, en primer lugar, de la baja capacidad portante del nivel superior de alteración, presente en casi todas las formaciones. Problemas de erosionabilidad se pueden producir en los grupos coluviales, eluviales y de terrazas cuaternarios, así como en los miocenos (grupo 321b) y en las rañas (grupo 350).

En los grupos de naturaleza pizarrosa (grupos 121a y 010a), se pueden producir deslizamientos planos a favor de la estratificación o de la pizarrosidad, si los taludes de excavación cortan a estos materiales con un buzamiento desfavorable.

En determinadas áreas muy localizadas y acantiladas, pueden producirse desprendimientos en los grupos 121c ó 002, como consecuencia del diaclasado que estos grupos poseen.

En los aluviales de la Zona pueden originarse problemas de inundaciones y erosiones de fondo, que, en el caso más desfavorable, pueden dejar al descubierto las cimentaciones superficiales de las obras de fábrica.

En algunas de las formaciones cuaternarias pueden producirse encharcamientos importantes, que pueden dar lugar a asientos retardados en las estructuras sobrepuestas (terraplenes, pontones, etc.). Deberá cuidarse, por tanto, la cuestión del drenaje en las formaciones afectadas por este problema.

## 3.2. ZONA 2: LLANURAS Y LOMAS DE MONTIJO

### 3.2.1. Geomorfología

La Zona 2 está comprendida entre los 200 m y los 300 m de altitud sobre el nivel del mar, excepto las llanuras de los ríos principales (Alcazaba, Alcazabilla) que poseen unas cotas topográficas algo menores.

El relieve es muy suave, sin resaltes importantes, salvo en la zona situada al Sur de Lácara, en donde los materiales ordovícicos originan un pequeño resalte, de unos 40 m de desnivel, que no impide el trazado de carreteras, ya que las pendientes son muy tendidas (menos de 10°).

Toda la Zona posee una inclinación, hacia la vega del río Guadiana, de menos del 3%, excepto en el área anteriormente mencionada y en la corrida NO-SE correspondiente al grupo 112b, que da lugar a laderas con pendientes algo mayores, aunque con un rango de variación bajo (menor del 10%).

Al Norte de Montijo destaca sobre el llano circundante el cerro Centinela, con una altura máxima de 275 m y con una directriz estructural ONO-ESE. Las pendientes de dicho cerro siguen siendo bajas y no sobrepasan en general el 10% de inclinación.

Salvo los relieves residuales citados anteriormente, no se reconocen otros accidentes geomorfológicos dignos de mención, salvo el área con pendiente muy acusada que se localiza en la margen izquierda del río Alcazaba. El resto de la Zona es una planicie que localmente se ve interrumpida por los escasos arroyos y vaguadas de carácter esporádico que la surcan. Los perfiles transversales N-S de la Zona son muy tendidos, y presentan acúmulos de material articulados con las llanuras aluviales.

Los problemas erosivos o de inestabilidad de laderas no se consideran importantes en esta Zona.

### 3.2.2. Tectónica

En esta Zona 2, tanto en los depósitos de edad miocena como en los cuaternarios, no se han reconocido efectos tectónicos de ninguna clase. Aunque se admite que regionalmente ciertas etapas tectónicas distensivas y de reactivación de estructuras preexistentes, han afectado a los materiales terciarios, estos procesos no han podido ser verificados en esta Zona, dada la relativa poca extensión de los materiales cenozoicos existentes y los recubrimientos tan importantes que poseen.

En los depósitos precámbricos y paleozoicos de la Zona se reconocen al menos los efectos de la Orogenia Hercínica y de una Orogenia finiprecámbrica que afectó a los materiales del grupo O10b, y que queda patente por la discordancia cartográfica que presentan estos depósitos con los materiales suprayacentes.

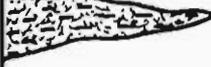
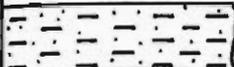
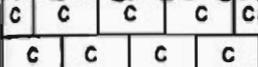
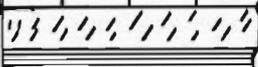
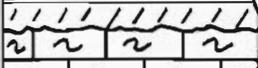
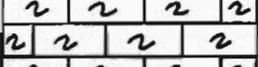
Se reconocen en esta Zona, al menos dos fases de plegamiento y una posterior de fracturación.

La primera fase de plegamiento da lugar a pliegues de planos axiales con dirección N-110° E y buzamientos casi verticales, desarrollándose además una esquistosidad de plano axial.

La segunda fase, con una dirección de esfuerzos N-170° E, origina pliegues más apretados que los de la etapa anterior, al mismo tiempo que las estructuras de primera fase sufren un ligero desplazamiento, acomodándose a los nuevos empujes tectónicos. Esta fase da lugar en algunas zonas a una verticalización de las capas, como la que se aprecia en el cerro Centinela, al Norte de Montijo.

La fase de fracturación se traduce en desgarres sinestrosales, poco patentes en esta Zona, que son los causantes, probablemente, del desplazamiento visible al sur de Lácara, sufrido por el grupo 111b. La dirección de estas estructuras es aproximadamente la N-140° E, sus buzamientos son prácticamente verticales, y no presentan salto vertical apreciable.

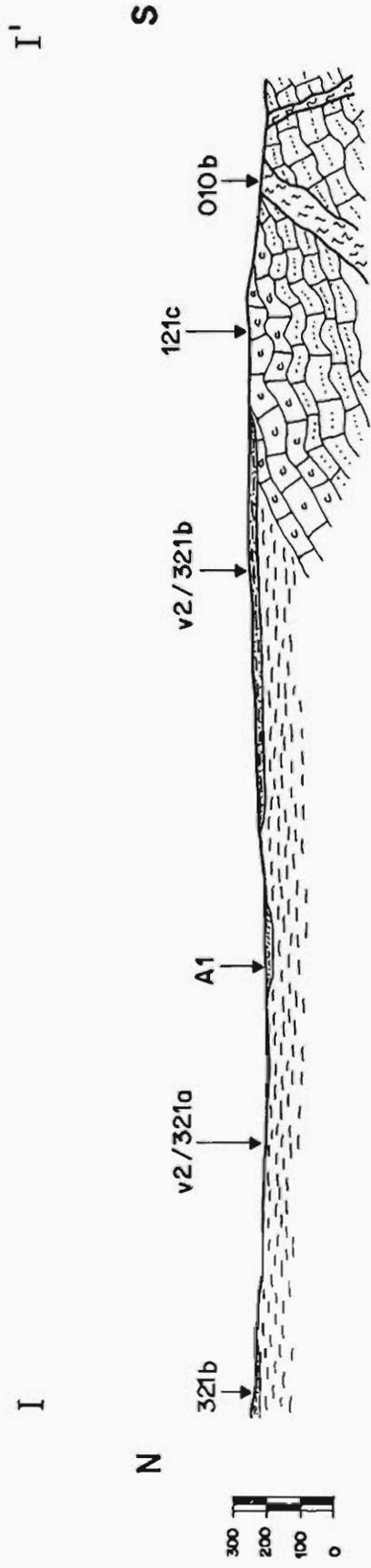
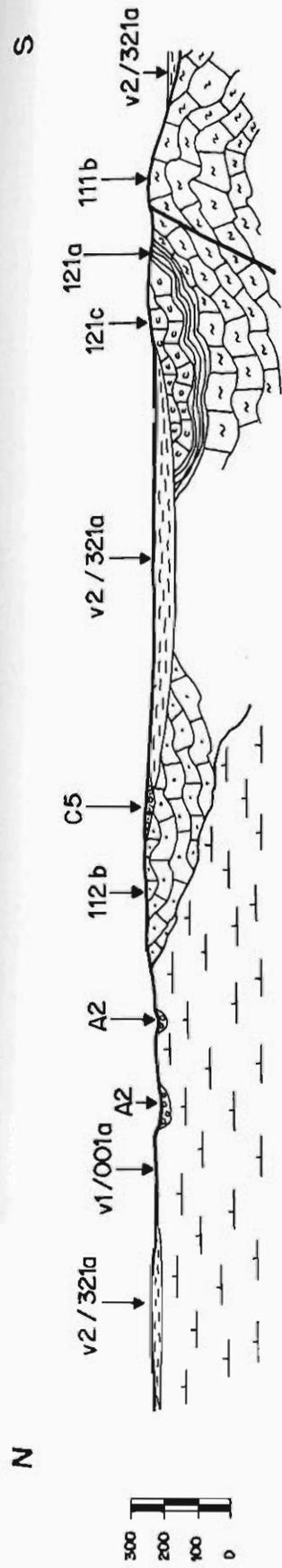
### 3.2.3 COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA LITOLÓGICA	REFERENCIA GEOTÉCNICA	DESCRIPCIÓN	EDAD
	W	B	Rellenos antrópicos	Cuaternario
	A 1	A	Arenas arcillosas y limosas	Cuaternario
	C 3	A	Arenas arcillosas rojizas	Cuaternario
	V 2	A	Arenas limosas o arcillosas	Cuaternario
	321 b	D	Areniscas y arcillas, con bancos conglomeráticos	Mioceno
	321 a	D	Limos arcillosos con arenas y gravas	Mioceno
	121 c	G	Ortocuarzitas blancas	Ordovícico Inferior
	121 a	F	Metaareniscas, pizarras y arcosas	Ordovícico Inferior
	III b	H	Calizas, pizarras y rocas de silicatos cálcicos	Cámbrico inferior
	010 b	F	Grauwackas, areniscas y arcosas, con intrusiones anfíbolíticas y porfídicas	Precámbrico

ESC= 1/10.000

NOTA: LOS DEPOSITOS CUATERNARIOS, SIN ESCALA





ESCALAS = H: 1/50.000  
 V: 1/20.000

FIG.3.5.-CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA 2

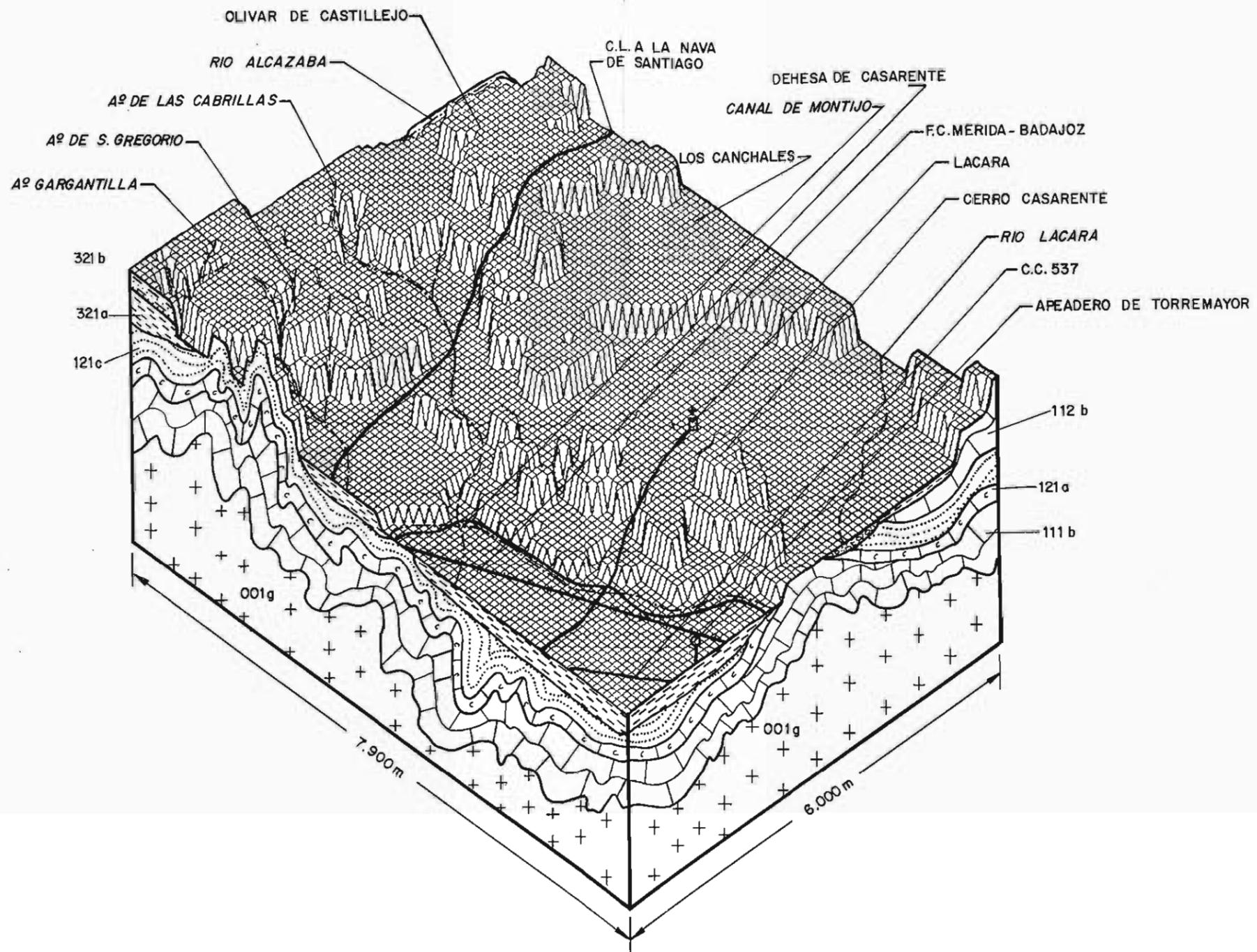


FIG.3.6.-BLOQUE-DIAGRAMA DE LA ZONA 2

### 3.2.4. Grupos litológicos

GRAUWACKAS, PIZARRAS, PORFIDOS Y ANFIBOLITAS, (010b).

Este grupo se va a describir en la Zona 5, dada su mayor extensión e importancia en ella.

CALIZAS, PIZARRAS Y ROCAS DE SILICATOS CALCICOS, (111b).

Se definirá en la Zona 4, dada su mayor representatividad en ella.

PIZARRAS, METAARENISCAS Y ARCOSAS, (121a).

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

CUARCITA ARMORICANA Y PIZARRAS, (121c).

Se define en la Zona 5 dada su mayor representatividad en ella.

LIMOS ARCILLOSOS, ARENAS Y GRAVAS, (321a).

**Litología.**— Este grupo es la llamada «Facies Lobón», y está compuesto por limos arcillosos, arenas y algunas pasadas de gravas.

Los limos arcillosos tienen coloraciones rojizas muy características, son plásticos cuando se encuentran húmedos y presentan una cierta compacidad en la propia formación.

Dentro de los limos arcillosos se reconocen, en ocasiones, tramos y lentejones arenosos, constituidos por granos de cuarzo y feldespato principalmente, de tamaño medio a fino. También pueden reconocerse pequeñas intercalaciones de gravas de naturaleza silícea, junto con una matriz arcillosa y arenosa. También se han detectado niveles finos (de 2 a 4 cm de espesor) de concentraciones de carbonatos y de grietas de desecación rellenas de arenas.

**Estructura.**— La estructura general del grupo es subhorizontal. A nivel de afloramiento se reconoce una laminación paralela, aunque la mayor parte de las veces la estructura es masiva. Es una formación preconsolidada y se reconocen abundantes lisos, a veces estriados. La existencia de huellas de retracción y de restos de raíces en posición de vida (perpendicular a la estratificación), indican una sedimentación horizontal en un ambiente fluvio-lacustre y con clima húmedo y cálido.

**Geotecnia.**— Tanto la formación como los recubrimientos que la enmascaran, son fácilmente ripables. La capacidad portante es baja en el suelo de recubrimiento, y media en la formación sana. Estos materiales no son adecuados como



Foto 12.- Grupo 321a. Detalle de un corte en un afloramiento al Norte de La Garrovilla, en el Arroyo del Pilar.

préstamos para terraplenes, ya que la abundancia de elementos finos difícilmente compactables, la alterabilidad del material y la plasticidad tan alta que poseen, no los hacen recomendables para tal fin. Los materiales de este grupo son impermeables, por lo que deberá prestarse una atención especial a la cuestión del drenaje.

Los taludes de excavación no deberían sobrepasar los 25° de inclinación, ya que son proclives al deslizamiento y a la erosión. Además, deberían fijarse los paramentos mediante plantaciones, semillado o hidrosiembra, en orden a evitar las importantes erosiones y acarreamientos que con seguridad se producirían a corto y medio plazo.

#### ARENISCAS, ARCILLAS Y CONGLOMERADOS, (321b).

Se definen en la Zona 4, dada su mayor extensión superficial en ella.

#### ELUVIAL SOBRE LA FORMACION TERCIARIA, (V2).

Dadas las características de este grupo, muy semejantes en todo el Tramo, se definirá en la Zona 4, dada su mayor importancia en ella.

#### COLUVIAL DEL CERRO CENTINELA, (C3).

**Litología.**— Este grupo se compone de arcillas de color rojizo, con algunas zonas en donde predomina el material arenoso, y de cantos, en su mayoría cuar-

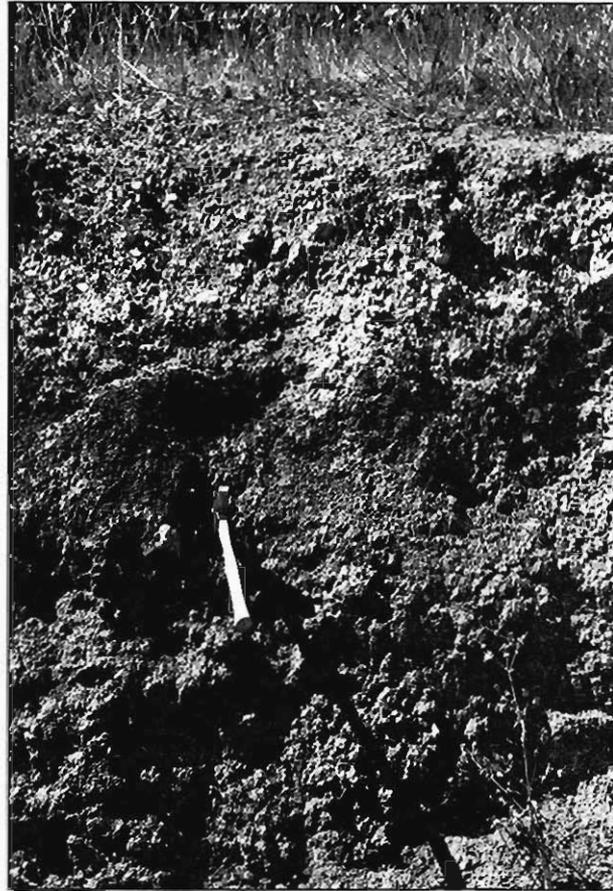


Foto 13.- Grupo C3. Detalle de un desmonte, a unos 2 km al Noreste del vértice geodésico Centinela.

cíticos, aunque también aparecen clastos de naturaleza arcósica, grauwackas y rocas verdesas procedentes de la serie anfibolítica.

**Estructura.**— La estructura de este coluvial es masiva, si bien hacia el techo de la formación se reconocen pequeños niveles edáficos de paleosuelos.

**Geotecnia.**— Los materiales de este grupo se ripan con gran facilidad al no presentar ningún tipo de cementación. La capacidad portante es baja. Son materiales inadecuados como préstamo para núcleo y coronación de terraplenes, dada la elevada proporción de elementos finos presentes; son plásticos y además difícilmente compactables.

Estos depósitos se erosionan con gran facilidad, por lo que en el caso de tener que realizar taludes de excavación, éstos no deberían sobrepasar los  $25^\circ$  de inclinación. Debe construirse, además, una cuneta al pie de los taludes para la recogida de los materiales erosionados.

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

**Litología.**— Se compone este grupo de arenas arcillosas, algo limosas, junto con algunas gravas subredondeadas y redondeadas.

La matriz, areno-arcillosa y algo limosa, ocupa la mayor parte del volumen total de material, siendo los cantos minoritarios. Estos últimos son de diversa naturaleza. Se han reconocido gravas graníticas, cuarcíticas y algunas de cuarzo, junto con otras de grauwackas y metaareniscas.

**Estructura.**— Este grupo se dispone horizontalmente, y tiene un ligero recubrimiento de limos arcillosos de inundación, prácticamente sin cantos superficiales y cuyo espesor no suele sobrepasar los 1,5 m.



Foto 14.- Grupo A1. Aspecto de este aluvial en la margen derecha del río Alcazaba.

**Geotecnia.**— Los materiales que forman este aluvial son fácilmente ripables y se encharcan con facilidad. No son adecuados como préstamo, dado el elevado volumen de material fino que presentan, el cual es, además, difícilmente compactable.

Al tener un nivel freático superficial, deberá contarse con los problemas derivados de la dificultad de agotar las excavaciones, siendo imprescindible, por otro lado, proceder a su entibación adecuadamente.

Dada la posibilidad de sufrir inundaciones que presenta este grupo, deberá estudiarse con detenimiento el efecto de las erosiones de fondo en avenidas, en cuanto a la posibilidad de descalzar los apoyos de los posibles puentes a construir.

#### DEPOSITOS DE CANTERAS.(W).

**Litología.**— A este grupo pertenecen los productos de desecho de las distintas explotaciones de canteras que se encuentran repartidas por la Zona. En general son clastos gruesos, angulosos, y de naturaleza carbonatada y cuarcítica.

**Estructura.**— Estos materiales no presentan ninguna ordenación natural. Se disponen en montones de extensión, volumen y altura muy variables.

**Geotecnia.**— Los materiales de este grupo se podrían utilizar como áridos de machaqueo, previa realización de los ensayos correspondientes para determinar su calidad. Los taludes «naturales» de los montones presentan inclinaciones de 32° a 34°, y si se excava la base de los mismos, sufren deslizamientos importantes hasta alcanzar nuevamente el ángulo de equilibrio anterior.

Son materiales muy permeables y se excavan con facilidad (salvo los bloques muy grandes), pero debe contarse con la recomendación anterior, en cuanto a efectuar excavaciones en la base de los montones.

#### 3.2.5. Grupos geotécnicos

Los distintos materiales que constituyen esta Zona 2 pueden agruparse, de acuerdo con sus características geotécnicas, en los siguientes grupos.

**Grupo A:** Materiales cuaternarios cohesivos.— Presentan problemas de compactación debido a la plasticidad tan acusada que poseen. Por su constitución litológica, son impermeables y encharcables. Se erosionan con relativa facilidad y pueden dar lugar a corrimientos y deslizamientos en taludes de pendiente moderada (en torno a los 25°). La capacidad portante de estos materiales debe considerarse de tipo bajo. A este Grupo pertenecen las formaciones A1, C3 y V2.

**Grupo B:** Materiales cuaternarios no cohesivos.— A este grupo sólo pertenece en esta Zona, la formación «W». Está formada por los rellenos y echadizos antrópicos de las explotaciones de canteras y graveras.

**Grupo D:** Materiales detríticos y detrítico-arcillosos.— Son depósitos fácilmente erosionables, cuyos taludes pueden sufrir deslizamientos y corrimientos importantes, si poseen inclinaciones superiores a los 30°. La permeabilidad es muy baja y se ripan con facilidad. La capacidad portante debe considerarse baja en superficie, aunque en profundidad puede contarse con una capacidad portante de tipo medio. A este Grupo pertenecen las formaciones 321a y 321b.

**Grupo F:** Formaciones rocosas, troceadas y pizarrosas.— Pueden presentar problemas de estabilidad de taludes, si éstos se cortan con inclinaciones importantes (mayores de 50°) y si el buzamiento es desfavorable.

El nivel de alteración superficial es ripable y semipermeable. En cambio la formación sana debe considerarse como no ripable e impermeable. A este Grupo pertenecen las formaciones 121a y O10b.

Grupo G: Formaciones silíceas compactas.— En estas formaciones sólo el nivel de alteración superficial será ripable, el resto debe considerarse como no ripable. La capacidad portante, por debajo del suelo de alteración, debe considerarse de tipo alto. Estas formaciones podrían ser utilizables como material de préstamo. En este Grupo se incluye únicamente la formación 121c.

Grupo H: Formaciones carbonatadas compactas.— Estas formaciones son aconsejables para su utilización como préstamos. Debe tenerse en cuenta que pueden estar karstificadas, por lo que su permeabilidad sería elevada. La capacidad portante es, así mismo, alta. A este Grupo pertenece la formación 111b.

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

Aunque esta Zona no presenta graves problemas de índole geotécnica, sí merece destacarse la baja capacidad portante de los depósitos cuaternarios y de los suelos superficiales de alteración, los cuales recubren, prácticamente en su totalidad, a los materiales terciarios, paleozoicos y, en menor medida, a los depósitos precámbricos.



Foto 15.- Aspecto que presentan las lomas de Casarente, al Sur de Lácara. En lo alto de la loma se aprecia el vértice Casarente (258 m).

Son de destacar, por otra parte, los importantes encharcamientos que se pueden originar en los depósitos terciarios, lo que hace necesario un estudio muy detallado respecto a la cuestión del drenaje. Así mismo debe contarse con la elevada erosionabilidad que presentan los materiales terciarios, así como la posibilidad de que se produzcan deslizamientos y corrimientos en los taludes de excavación. Se recomienda, por tanto, no cortar estos depósitos con ángulos superiores a los 30°.

### **3.3. ZONA 3: RIBERA DEL GUADIANA Y DE LOS LIMONETES**

#### **3.3.1. Geomorfología**

La Zona 3 abarca las amplias vegas de los ríos Guadiana y ribera de los Limonetes. En estas áreas llanas los accidentes morfológicos principales son los ribazos existentes entre las superficies de terraza y los cauces mayores de los ríos. Estos pequeños cantiles de erosión, de 1 a 3 m de desnivel medio, a veces se encuentran bien conservados, con pendientes fuertes, y saltos de cota netos; en otros casos aparecen ligeramente degradados, cubiertos de vegetación y con derrubios al pie.

Otro elemento fundamental de la llanura aluvial son los brazos de crecida, que son frecuentes y están claramente definidos en el Guadiana al exterior del cauce mayor conexo. Más que islas fluviales, dejan entre ellos amplios espacios de la terraza baja, que en crecidas normales quedan aislados. Estos cauces aparecen inundados de forma esporádica, y tienen algunos vados o zonas deprimidas, secas la mayor parte del año y que permiten la comunicación terrestre.

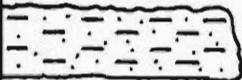
Por lo que respecta a la ribera de los Limonetes, la llanura aluvial se extiende ampliamente, sin que se reconozca más que un cauce poco encajado y de escasa anchura, y con recorrido meandriforme.

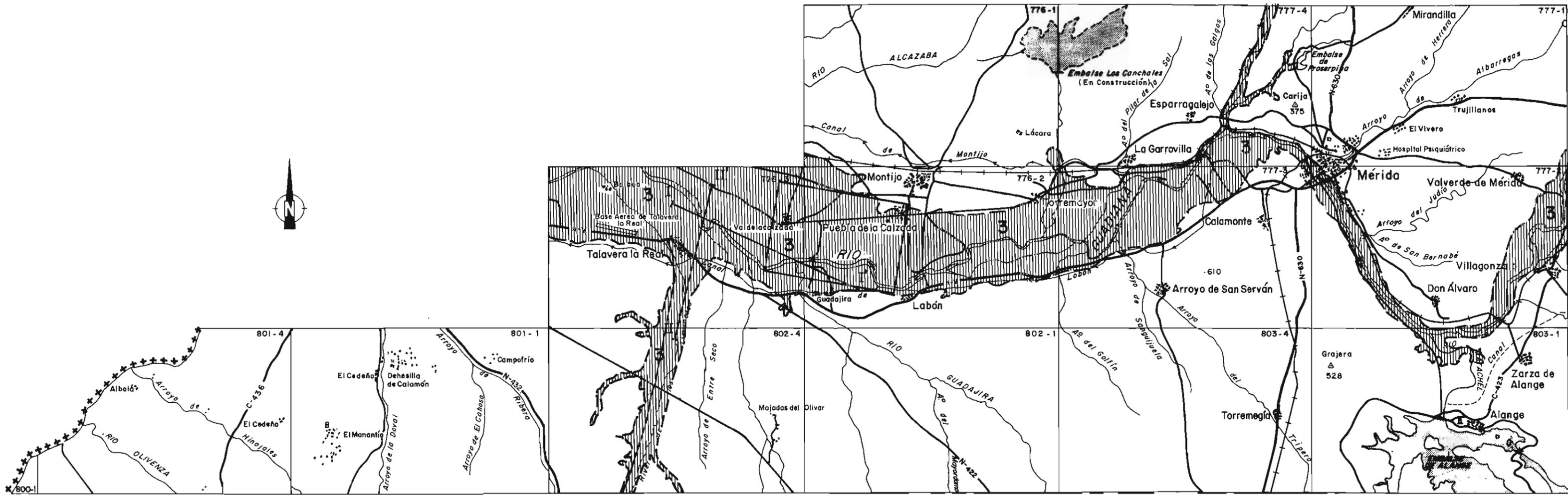
#### **3.3.2. Tectónica**

Dada la reciente edad de los materiales que componen la Zona y su naturaleza, no han podido reconocerse efectos neotectónicos que afecten a estos materiales.

Por otra parte, y de los estudios realizados a escala regional, se deduce que la cuenca sedimentaria no ha sufrido esfuerzos tectónicos al menos desde el Plioceno hasta la actualidad.

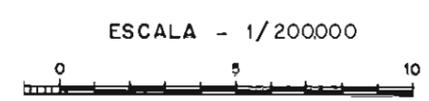
### 3.3.3 COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	A 3	B	Gravas cuarcíticas y arenas medias y gruesas	Cuaternario
	A 1	A	Arenas arcillosas y limosas	Cuaternario
	T 3	B	Gravas y gravillas con arenas	Cuaternario
	321b	D	Areniscas y arcillas, con bancos conglomeráticos	Mioceno



LEYENDA -

- +—+—+— Ferrocarril
- N-Y — Carretera radial
- N-630 — Carretera nacional
- C-530 — Carretera comarcal
- ~~~~~ Río o arroyo
- ~~~~~ Río principal
- 776-2 | División de los cuadrantes de las hojas a Esc-1/50000
- Población
- △ 375 Vértice geodésico
- +++++ Límite fronterizo



- ZONA 3: RIBERA DEL GUADIANA Y DE LOS LIMONETES
- BLOQUE - DIAGRAMA
- CORTE GEOLOGICO

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

ONO.

ESE.

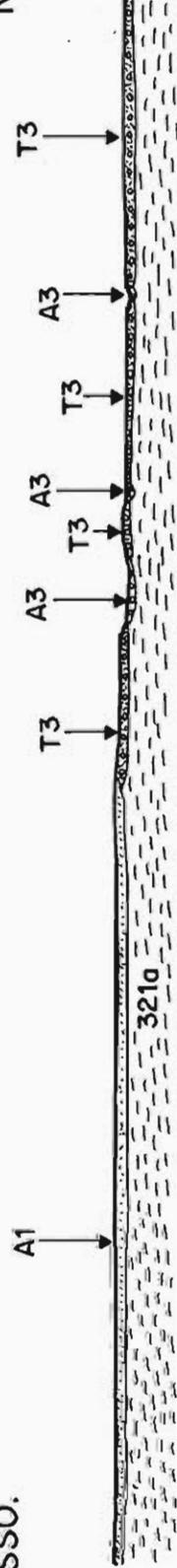


I

I'

SSO.

NNE.



II

II'

ESCALAS = H: 1/50.000  
 V: 1/20.000

FIG.3.8.-CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA 3

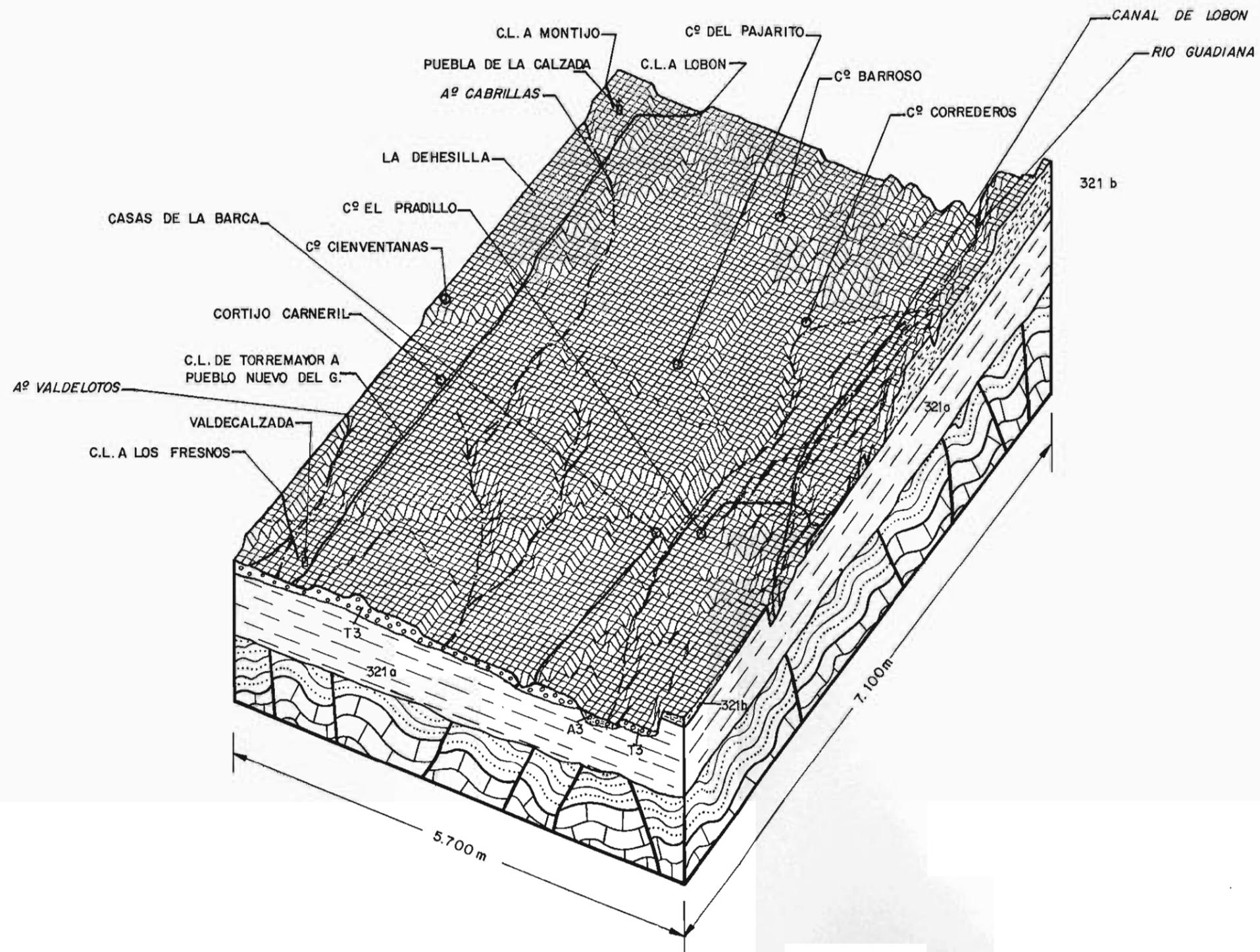


FIG.3.9.-BLOQUE-DIAGRAMA DE LA ZONA 3

#### 3.3.4. Grupos litológicos

##### ARENISCAS, ARCILLAS Y CONGLOMERADOS, (321b).

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

##### TERRAZA BAJA DEL GUADIANA, (T3).

**Litología.**— Este grupo está formado por la terraza fluvial topográficamente más baja, de las consideradas.

El grupo está constituido por gravas y arenas. Las gravas son redondeadas, compuestas fundamentalmente por cantos cuarcíticos y de rocas de origen metamórfico y, minoritariamente, por clastos de naturaleza plutónica y subvolcánica. La matriz es arenosa con tamaño de grano medio, mal seleccionados, y con áreas localizadas algo arcillosas.

Dentro del conjunto de gravas arenosas se pueden encontrar niveles e intercalaciones de arenas, de espesor variable, hasta un máximo de 0,5 m.

**Estructura.**— La disposición estructural del grupo es subhorizontal. Como estructuras sedimentarias se han reconocido estratificaciones cruzadas y una cierta orientación preferente de cantos. El tamaño máximo de canto encontrado ha sido de 40 cm y el tamaño medio de 7 cm. Los porcentajes de clastos y matriz son 60% y 40%, con un máximo de 80% y 20% respectivamente.



Foto 16.- Grupo T3. Detalle de los materiales de esta terraza. Nótese las distintas granulometrías existentes.

**Geotecnia.**— Esta formación es fácilmente ripable y presentará problemas de agotamiento en las excavaciones dado que el nivel freático se encuentra muy superficial. La capacidad portante es de tipo medio. Sus materiales podrán utilizarse como préstamo para núcleo y coronación de terraplenes y como áridos de machaqueo.

Son materiales permeables y erosionables, por lo que en caso de realizar taludes de excavación, éstos deberán tenderse hasta unos 30° y construir una cuneta al pie que sirva para la recogida de derrubios.

#### ALUVIAL DE LA RIVERA DE LOS LIMONETES, (A1).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por arenas limosas y arcillosas y por gravas subredondeadas.

La matriz de arenas limosas y arcillosas es la que ocupa un mayor volumen respecto al total del material (más del 70%), mientras que los cantos, de naturaleza poligénica, presentan un volumen menor del 30% en todos los casos.

En superficie se reconoce un suelo vegetal de 40 a 70 cm de espesor, que cubre prácticamente toda la superficie del grupo.

**Estructura.**— La disposición horizontal de este grupo se refleja en el relieve llano que presenta, así como en algunos cortes naturales del terreno, localizados en las márgenes del cauce principal.

**Geotecnia.**— Los materiales de esta formación son ripables y se encharcan con facilidad, por lo que será necesario prestar atención a la cuestión del drenaje. No son adecuados como préstamos debido al elevado contenido en elementos



Foto 17.- Grupo A1. Panorámica del aluvial en el entorno de la población de Alvarado.

finos, los cuales son difícilmente compactables. La capacidad portante alcanza valores bajos, por lo que se requerirán cimentaciones profundas en las estructuras. Otras características geotécnicas del grupo son la inundabilidad y la posibilidad de que se originen erosiones en el fondo del cauce en épocas de avenidas.

En las posibles excavaciones a realizar se deberán tener en cuenta los problemas derivados de su inundación, así como la inestabilidad de los paramentos, por lo que deberán entibarse adecuadamente.

#### ALUVIAL DEL GUADIANA, (A3).

**Litología.**— Este grupo se compone de gravas y arenas. Las gravas son fundamentalmente cuarcíticas, aunque también hay cantos de naturaleza arcósica y de grauwackas. Las arenas son de granulometría media a gruesa y se disponen entre los cantos. El porcentaje de gravas con respecto al volumen total de material considerado, supera generalmente el 50%. El tamaño máximo de canto observado es de 70 cm y la media está comprendida entre 8 y 15 cm

A veces pueden aparecer pequeños lentejones de arenas arcillosas intercalados entre los niveles de gravas arenosas.

**Estructura.**— La existencia de cursos fluviales meandriformes y anastomosados, brazos de crecida, canales y meandros abandonados, induce la formación de numerosas estructuras sedimentarias, como pueden ser, entre otras, acumulación de granulometrías más finas en las zonas convexas de los meandros, acreción de barras laterales y centrales, orientación preferente de cantos, y estratificaciones cruzadas.



Foto 18.- Grupo A3. Panorámica del río Guadiana en el entorno de Mérida.

**Geotecnia.**— Los materiales de este aluvial son ripables y permeables. Podrán utilizarse como material de préstamo eliminando previamente los clastos de tamaño inadecuado, aunque debido a la existencia superficial del nivel freático, las graveras se verán condicionadas a la explotación del nivel más superficial.

La capacidad portante del conjunto sólo alcanzará valores de tipo medio.

### 3.3.5. Grupos geotécnicos

Las distintas formaciones de esta Zona 3 pueden agruparse en función de sus características geotécnicas, en los siguientes grupos.

**Grupo A: Materiales cuaternarios cohesivos.**— Presentan problemas de encharcamientos al ser impermeables superficialmente. Su capacidad portante es baja, y se ripan con facilidad. El riesgo de inundaciones es muy elevado y es posible que se originen erosiones en el fondo del cauce. A este Grupo pertenece la formación A1.

**Grupo B: Materiales cuaternarios no cohesivos.**— Son materiales fundamentalmente granulares y de permeabilidad alta. Son fácilmente ripables. En algunas formaciones, debido al nivel freático tan superficial que tienen, no es posible asegurar la estabilidad de los paramentos de la excavación. Deberá, por tanto, entibarse ésta adecuadamente.

También existirán en alguna formación problemas relacionados con las inundaciones y con las erosiones de fondo. Los taludes temporales de excavación podrán tallarse subverticales, pero contando con que la degradación de los mismos es muy alta. Se incluyen en este Grupo las formaciones A3 y T3.

**Grupo D: Materiales detríticos y detrítico-arcillosos.**— Los materiales de este grupo se ripan con facilidad y se pueden encharcar en zonas llanas. Presentan problemas de estabilidad en taludes de excavación cortados con ángulos superiores a los 30°. La capacidad portante es, en general, baja. A este Grupo pertenece la formación 321b.

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

Los principales problemas de índole geotécnica que afectarán a esta Zona son los derivados de la posibilidad de inundación de algunas formaciones, así como aquellos otros derivados de las erosiones de fondo producidas en los procesos de avenidas.

En otras formaciones (T3, 321b), los problemas geotécnicos se refieren a la estabilidad de los taludes de excavación. Para taludes temporales, éstos podrán tallarse con ángulos subverticales, pero debe contarse con la erosionabilidad tan alta que presentan los materiales y la rapidez con que dichos taludes se degradan.

En algunas formaciones (como la A1), la capacidad portante superficial es de valor bajo y no podrán efectuarse cimentaciones superficiales. En otros casos, en cambio, dicha capacidad portante será de tipo medio (en T3 y A3).

### 3.4. ZONA 4: LOMAS Y CERROS DE LOBON Y SAN FRANCISCO DE OLIVENZA

#### 3.4.1. Geomorfología

La Zona 4 ocupa la mayor extensión superficial de todas las consideradas. Abarca toda la margen izquierda del río Guadiana, a excepción de la Sierra de San Serván, de la de Juan Bueno y de la Sierra de las Peñas Blancas, que corresponden a la Zona 5.

Morfológicamente la Zona 4 es una penillanura suavemente inclinada hacia el Oeste, en la cual los procesos erosivos de los cauces determinan unas vaguadas amplias, en general de fondo plano, que se articulan con las laderas por medio de depósitos coluviales, dando lugar a un perfil cóncavo. Las laderas presentan unas pendientes tendidas, que no suelen sobrepasar los 20° en las zonas de vaguadas. Los cerros así formados por la erosión poseen unas veces cimas planas, con ocasionales depósitos de terrazas fluviales, y otras veces presentan una cumbre suavemente convexa, sin depósitos cuaternarios.

Las diferencias de cotas absolutas, entre el área más elevada, al Este de la Zona, y la parte más deprimida, al Oeste, comprenden desde los 350m a los 160m.

Los desniveles entre el fondo de las vaguadas y las partes altas de las lomas no suelen sobrepasar los 50m de altura.

Al Oeste de la Zona existen algunos asomos rocosos, de edad precámbrica y cámbrica, que dan lugar a pequeños relieves residuales y que presentan una morfología algo más acusada que el resto de la Zona, aunque dentro de un rango de variación, en cuanto a pendientes, de orden bajo (del 10% al 15%).

Se puede concluir que, salvo en puntos muy concretos de la Zona, en donde existen unas pendientes algo más acusadas que la media, la construcción de futuras carreteras no se verá entorpecida por factores geomorfológicos.

#### 3.4.2. Tectónica

La actividad tectónica sufrida por esta Zona 4 sólo es posible reconocerla en el extremo Oeste de la misma, que es el lugar donde afloran los materiales precámbricos y cámbricos. El resto de la Zona, constituido por depósitos terciarios y cuaternarios, sólo parece estar afectado por una tectónica distensiva y de fracturación, que sería consecuencia de la reactivación de estructuras de zócalo preexistentes, y que sólo muestra sus efectos en los depósitos terciarios.

Respecto a los materiales precámbricos y paleozoicos, parece ser que han sido afectados por, al menos, dos fases principales de deformación y una posterior de fracturación.

La primera fase origina grandes pliegues tumbados y de vergencia SO, y lleva asociada una esquistosidad penetrativa de plano axial del tipo de «slate cleavage» en materiales pelíticos, con neoformación de filosilicatos (principalmente clorita, moscovita y localmente biotita). Sólo se han reconocido algunos pliegues de escala decimétrica, con un cierto engrosamiento de la charnela y con una geometría isoclinal. Los pliegues mayores tienen escala kilométrica.

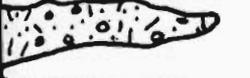
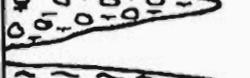
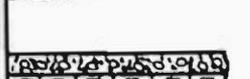
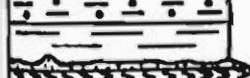
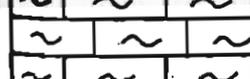
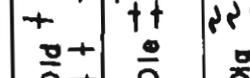
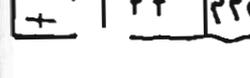
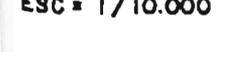
La segunda fase de deformación es una etapa de cabalgamientos, reconocida a escala regional, y que es la responsable del apilamiento o acercamiento de materiales. En la Zona 4 se reconoce por el frente de cabalgamiento que cruza el arroyo de Olivenza, y que se dispone con traza curva en este área.

A escala cartográfica, esta segunda fase origina pliegues de geometría cilíndrica, con ejes horizontales y planos axiales ligeramente vergentes al SO.

Asociada a esta segunda etapa, aparece una foliación tectónica poco marcada y cuya geometría varía según las áreas consideradas. La dirección y buzamiento de la foliación se presentan muy constantes en todo el área. La intersección de esta foliación con las esquistosidades de fases anteriores da lugar a una lineación de crenulación.

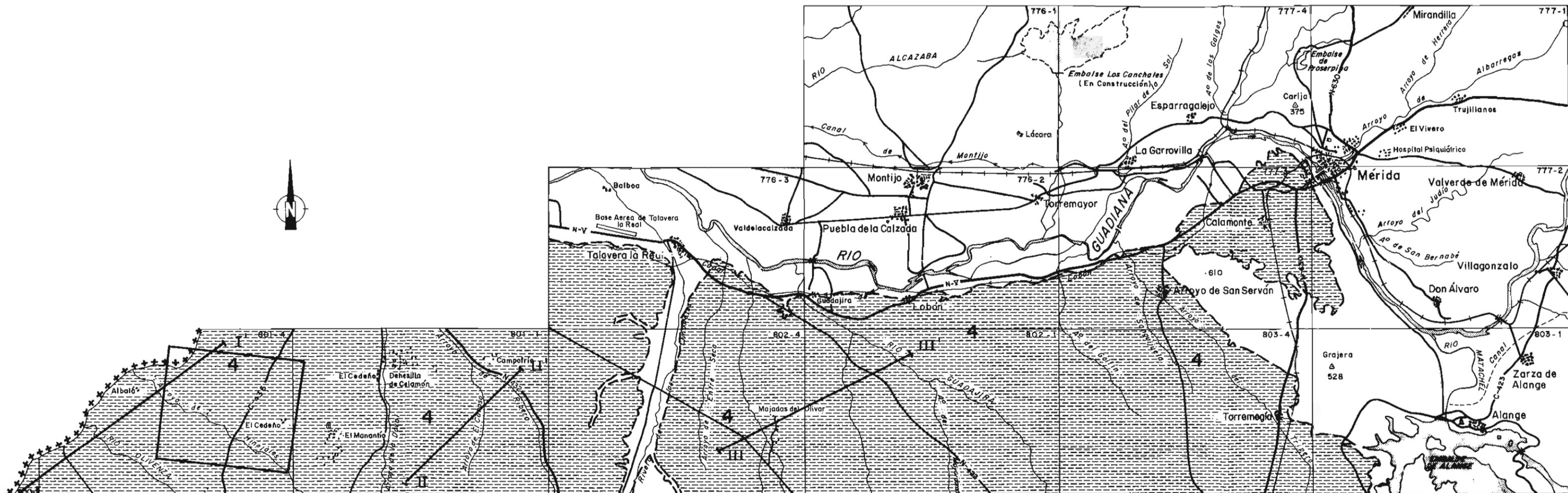
Posteriormente a las fases de deformación, se desarrolla una tectónica de fractura a nivel regional. El accidente más importante dentro de la Zona se sitúa a lo largo del arroyo Hinojales, y condiciona los afloramientos del granito biotítico (grupo 001d) que se reconocen en el cauce. La directriz estructural de este accidente tectónico varía desde N-120°E a N-140°E y parece ser que ha rejugado posteriormente a la colmatación de la cuenca terciaria, hundiendo el labio norte.

### 3.4.3. COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	W	B	Rellenos antrópicos	Cuaternario
	A4,a4	A	Limos arenosos con gravas cuarcíticas	Cuaternario
	A3	B	Gravas cuarcíticas y arenas medias y gruesas	Cuaternario
	A1	A	Arenas arcillosas y limosas	Cuaternario
	T2	B	Gravas y gravillas arenosas	Cuaternario
	T1	B	Gravas y bolos con arenas limosas	Cuaternario
	V2	A	Arenas limosas o arcillosas	Cuaternario
	V1	A	Arenas algo limosas	Cuaternario
	C3	A	Arenas arcillosas rojizas	Cuaternario
	C1	B	Gravas y limos arenosos	Cuaternario
	350	B	Gravas cuarcíticas con arenas	Pliocuatnario
	321f	C	Niveles carbonatados	Mioceno
	321e	C	Carbonatos pulverulentos	Mioceno
	321c	D	Arenas, gravas y arcillas rojas	Mioceno
	321b	D	Areniscas y arcillas con bancos conglomeráticos	Mioceno
	321a	D	Limos arcillosos con arenas y gravas	Triásico
	112a	F	Areniscas, pelitas y rocas subvolcánicas	Cámbrico
	111b	H	Calizas, pizarras y rocas de silicatos cálcicos	Cámbrico Inferior
	001g	I	Gabros piroxénicos	Precámbrico
	001e	I	Granitos anfibolíticos	Precámbrico
	001d	I	Granitos biotíticos	Precámbrico

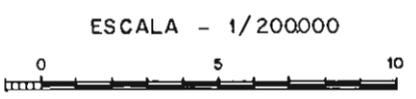
ESC = 1/10.000

NOTA: LOS DEPOSITOS CUATERNARIOS, SIN ESCALA.



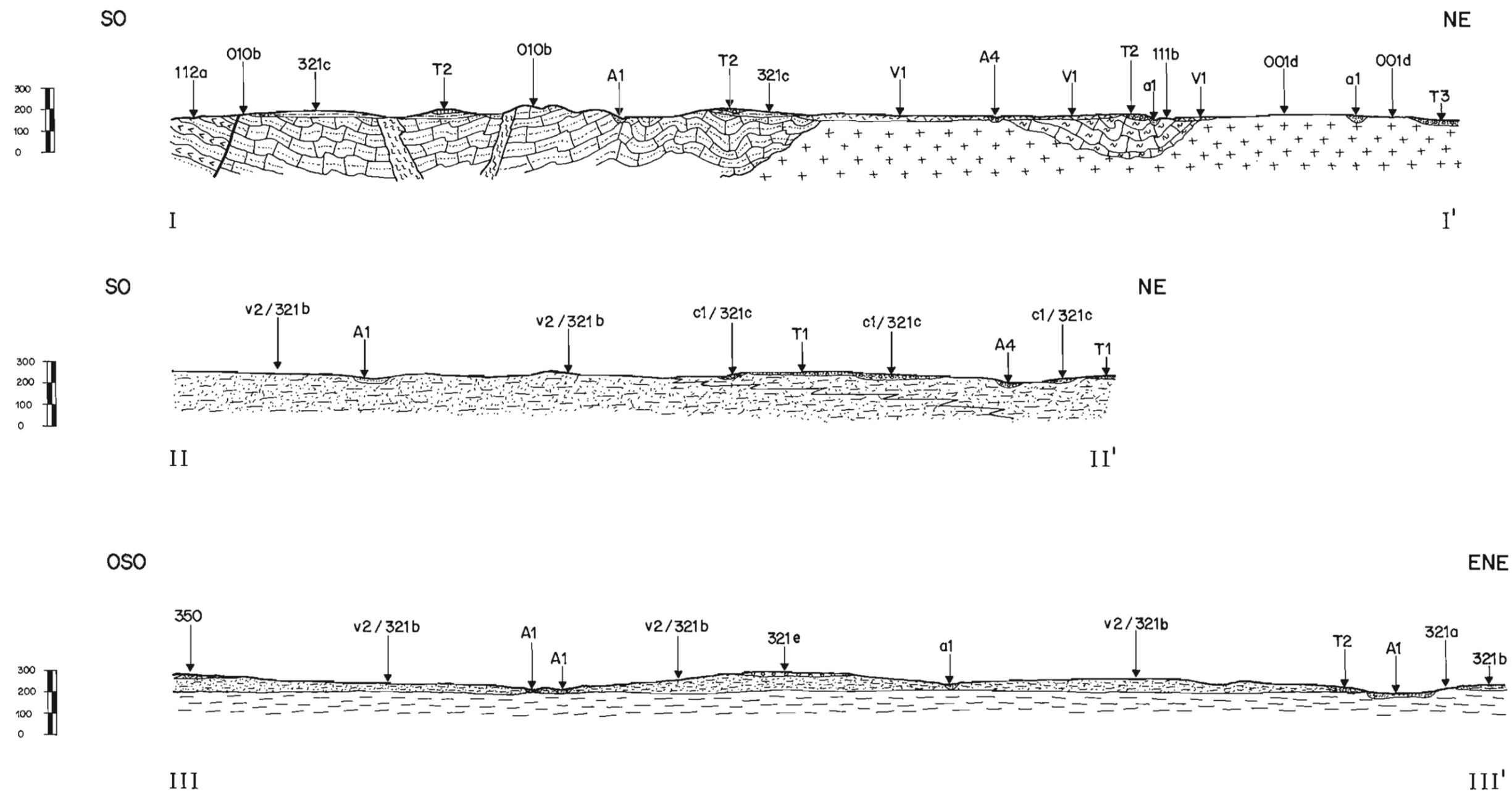
LEYENDA-

- +—+—+— Ferrocarril
- N-V — Carretera radial
- N-630 — Carretera nacional
- C-530 — Carretera comarcal
- ~~~~~ Río o arroyo
- ~~~~~ Río principal
- 776-2 | División de los cuadrantes de las hojas a Esc-1/50000
- Población
- △ Carlija 375 Vértice geodésico
- +++++ Límite fronterizo



- ZONA 4: LOMAS Y CERROS DE LOBON Y DE SAN FRANCISCO DE OLIVENZA
- BLOQUE DIAGRAMA
- CORTE GEOLOGICO

FIG. 3.10.- ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 4, Y DE LOS CORTES GEOLOGICOS Y DEL BLOQUE-DIAGRAMA REALIZADOS EN LA MISMA.



ESCALAS = H:1/50.000  
 V:1/20.000

FIG.3.11:-CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA 4

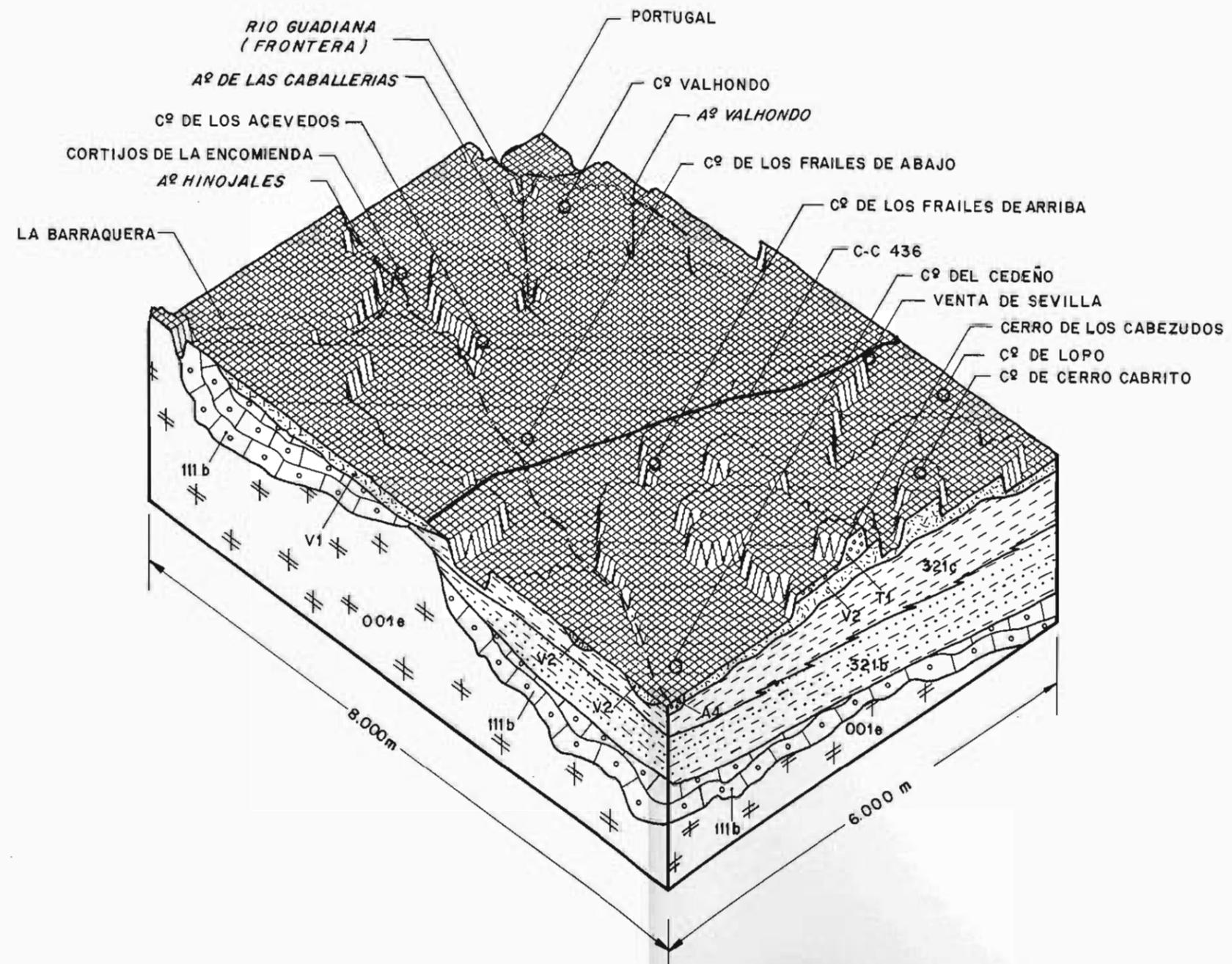


FIG.3.12.-BLOQUE-DIAGRAMA DE LA ZONA 4

#### 3.4.4. Grupos litológicos

##### GRANITO BIOTITICO, (001d).

**Litología.**— Está compuesto este grupo por granito biotítico en tonos claros, en el que destacan, de manera acusada, las escamas biotíticas. El tamaño de grano varía de fino a medio. Existen áreas concretas de gran desarrollo longitudinal, de naturaleza cataclástica, como consecuencia de los esfuerzos tectónicos a que se ha visto sometido este grupo. También se han reconocido diques de naturaleza aplítica, de tonos rosados y de grano fino, y otros, pegmatíticos, de grano grosero y con grandes «hojuelas» de biotita. El espesor de los diques rara vez supera los 50 cm.

Superficialmente se recubre de un suelo de alteración, de potencia y extensión variables, que no llega a cubrir toda la formación.



Foto 19.- Grupo 001d. Aspecto del granito biotítico en una excavación situada a 1 km al Noroeste de Calamonte.

**Estructura.**— Estos materiales se presentan con una estructura masiva, mientras que los diques de aplitas y de pegmatitas mantienen una continuidad durante una cierta longitud (de orden hectométrico). El grado de fracturación que presenta la roca no es homogéneo, aunque, como media, puede contarse con unas seis diaclasas por metro lineal.

**Geotecnia.**— La formación sana admite taludes subverticales para alturas bajas y medias, y en el recubrimiento, el talud deberá rebajarse hasta 1H/1V. Dicho recubrimiento es permeable y ripable; en cambio, la roca no es ripable, y es impermeable.

Dada la naturaleza de los afloramientos, con áreas tapadas por el recubrimiento y otras en donde afloran grandes domos, el trazado de las carreteras puede verse condicionado precisamente por la existencia de dichos domos; por tanto, pueden existir distintas variantes alternativas que se deben estudiar.

#### GRANITO ANFIBOLITICO, (001e).

**Litología.**— Este grupo está formado por rocas graníticas leucocráticas, de grano fino, que tienen una proporción alta de anfíbol verde. Dentro de los propios granitos se distinguen diques anfibolíticos que siguen una dirección NO-SE. Superficialmente presentan un suelo de alteración, de carácter discontinuo y de espesor variable.

Este grupo aflora al Suroeste del Tramo y en la margen izquierda del río Guadiana, en el límite con la frontera portuguesa.

**Estructura.**— La estructura general del batolito es masiva, aunque existen unas diaclasas, poco numerosas, que siguen una dirección NO-SE, y otras, accesorias, de dirección NE-SO.

**Geotecnia.**— La formación sana precisa el empleo de voladuras para su excavación. Los ángulos de talud pueden tallarse subverticales para alturas bajas y medias, pero deberá construirse una cuneta amplia al pie de la excavación, que sirva para la recogida de los posibles desprendimientos.

La formación es impermeable por su propia naturaleza. En cambio el recubrimiento es permeable y además fácilmente ripable. La capacidad portante es alta en la formación sana, y es baja en el suelo de alteración.

Estos materiales podrían utilizarse como áridos de machaqueo para la construcción de carreteras, pero tienen el inconveniente del escaso volumen de reservas.

#### GABROS, (001g).

**Litología.**— Este grupo está constituido por rocas de color oscuro, de grano medio y que muestran texturas subofíticas con tendencias doleríticas. Son gabros piroxénicos y anfibólicos que tienen como minerales principales, plagioclasa, piroxeno augítico y anfíbol; y como accesorios, biotita, esfena y opacos, entre otros. Dada la alteración tan importante a que se ve sometido este grupo, sus componentes mineralógicos dan lugar a una gran variedad de minerales secundarios, entre los que se puede señalar, la sericita, epidota, clorita, calcita, escapolita y diversos óxidos.

Los recubrimientos son importantes, pudiendo llegar a tener un espesor de hasta 2,5 m. Su composición es arenosa y limosa, con algo de arcillas.

**Estructura.**— La disposición de este grupo es masiva, aunque la roca se encuentra bastante fracturada. En zonas localizadas se reconoce una alteración típica en bolos y zonas de falla con rellenos (cataclastitas), producto de la tectonización.



Foto 20.- Grupo 001g. Detalle del pequeño afloramiento de gabros localizado en el p.k. 13 de la carretera de Badajoz a La Albuera.

**Geotecnia.**— En este grupo la formación sana no se puede ripar, por lo que deberán emplearse explosivos si se quiere realizar algún tipo de excavación. En cambio, los suelos de alteración son fácilmente removilizables por medios mecánicos. Dicho recubrimiento además es permeable, no así la formación, que debe considerarse impermeable excepto en áreas muy diaclasadas donde sí puede existir una ligera permeabilidad por fisuración.

Este grupo puede ser canterable en zonas concretas, eliminando previamente los suelos de alteración.

En el caso de tener que realizar taludes de excavación, éstos podrán cortarse subverticales en la formación sana, pero la inclinación deberá rebajarse hasta 1,5 H/1V en los suelos de alteración superiores para evitar que éstos sufran deslizamientos. Es conveniente, además, construir una cuneta al pie de los taludes que sirva para recoger los desplomes y derrubios que se produzcan.

#### CALIZAS, PIZARRAS Y ROCAS DE SILICATOS CALCICOS. (111b).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por una sucesión detrítico-carbonatada de gran potencia y de gran variedad de facies.

En general se trata de una alternancia de pizarras y calizas. Las pizarras se presentan en tonos grises, y las calizas (en ocasiones marmóreas) aparecen con coloraciones blancas, cremas y rosadas.

El sensible metamorfismo de contacto a que se ha visto sometido este grupo ha producido una transformación de los materiales originales en rocas de silicatos cálcicos (de tonos claros) y en otras rocas de skarn.

Su cercanía a las intrusiones magmáticas ha producido unas mineralizaciones de hierro.

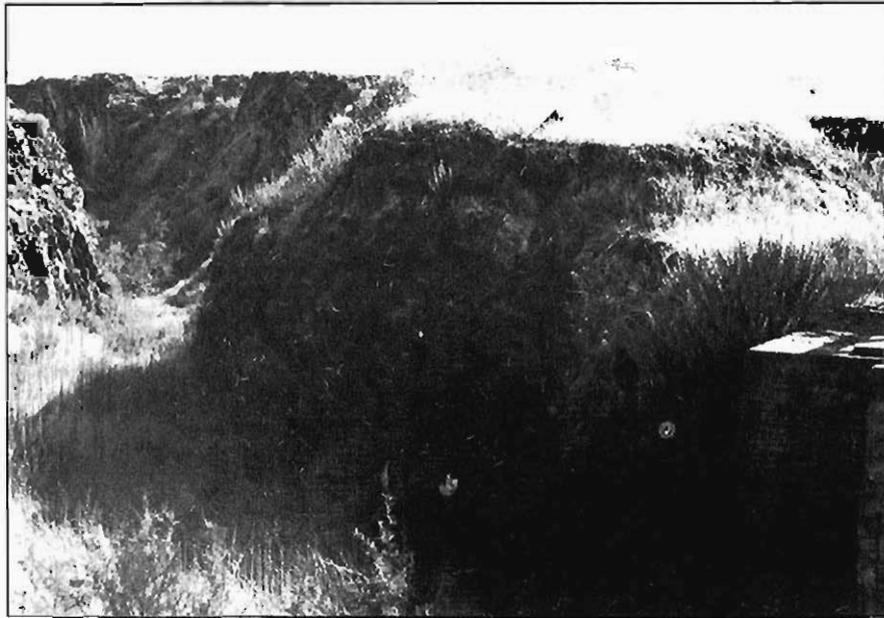


Foto 21.- Grupo I11b. Detalle de la explotación minera que se localiza en la mina Tere, cerca de la frontera portuguesa.

**Estructura.**— Los materiales de este grupo se encuentran replegados y con un grado de fracturación de tipo medio. La potencia de los bancos varía desde la base hasta el techo de la serie. Así, en la base es frecuente la alternancia de láminas de espesor centimétrico. En cambio, hacia el techo, los bancos carbonatados se hacen más potentes, pudiendo llegar a formar tramos masivos, sin aparente estratificación. En este último caso se reconoce ocasionalmente la intercalación de algún banco detrítico.

**Geotecnia.**— Esta formación está constituida por rocas de alta compacidad que además no son ripables. Su alteración es baja. Posee este grupo una permeabilidad acusada, como consecuencia tanto de procesos kársticos como por la fracturación que presentan.

En el caso de tener que efectuar excavaciones, éstas deberán realizarse mediante voladuras. Los ángulos admisibles de excavación pueden ser subverticales eliminando y/o saneando los paramentos, de los elementos desprendibles que pudieran contener, antes de dejar como definitivos los taludes de excavación.

Son materiales canterables, pudiendo aprovecharse tanto para pedraplenes como para terraplenes. Su idoneidad como préstamo para subbase, base y capa de rodadura, deberá comprobarse mediante los correspondientes ensayos.

#### SERIE VOLCANO-SEDIMENTARIA, (112a).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por un conjunto de rocas volcánicas y volcano-sedimentarias, que tienen esporádicas intercalaciones pelíticas y arenosas blanquecinas, y entre las que se sitúan potentes tramos areniscosos.

El conjunto volcánico está formado por tobas básicas e intermedias (rocas esquistosas, compactas, de grano fino y color verde oscuro), y por tobas ácidas, de color ocre oscuro, grano fino y que presentan una esquistosidad incipiente.

Los tramos areniscosos, con potencia de hasta 100 m, están compuestos por capas de areniscas feldespáticas, con tamaños de grano medio a grueso, y potencias individuales de 0,5 a 2 m por banco. El aspecto exterior presenta una similitud con cuarcitas.

Las intercalaciones pelíticas se disponen a modo de juntas entre los bancos más potentes y con un aspecto hojoso y laminar.

El conjunto de materiales de este grupo se encuentra recubierto por un suelo de alteración de poco espesor (entre 1 m y 2 m).



Foto 22.- Grupo 112a. Detalle de un afloramiento de volcanitas, a unos 2 km al Suroeste de Arroyo de San Serván.

**Estructura.**— La disposición estructural de este grupo es muy compleja. Con una estructura regional según bandas de dirección NO-SE, existen al menos cuatro fases tectónicas que afectan al conjunto: la primera es de deformación por plegamiento; la segunda, de fracturación; la tercera, de nuevo, de plegamiento; y la cuarta, de fallamiento.

La primera fase da lugar a pliegues tumbados, de vergencia SO, y lleva asociada una esquistosidad de plano axial casi paralela a la estratificación.

La segunda fase tectónica es una etapa de cabalgamientos o mantos, que da como consecuencia un acercamiento o apilamientos de materiales. En este caso son reconocibles, en zonas concretas, áreas con materiales milonitizados que han sufrido procesos de recrystalización y que presentan una fábrica planar y lineal bien desarrollada.

La tercera fase es responsable de las estructuras más importantes a nivel regional. En ésta es posible distinguir pliegues de geometría cilíndrica, con ejes horizontales y plano axial vertical o ligeramente vergentes al SO. Asociada a esta fase aparece una foliación poco marcada.

La cuarta fase se desarrolla a nivel regional y es la responsable de la tectónica distensiva de fracturación, cuya dirección principal es la N-120°-140° E y que origina fallas de carácter normal.

**Geotecnia.**— Este grupo debe considerarse como no ripable en la propia formación, y ripables, los recubrimientos. Puede ser utilizable como préstamo para núcleo y coronación de terraplenes, pero sólo la formación sana, no los recubrimientos.

Los ángulos de excavación admisibles pueden ser 1 H/2V en la formación. En los recubrimientos esta inclinación debe rebajarse hasta 1,5 H/1V. La formación debe considerarse como impermeable. Los suelos de alteración serán semi-permeables, con áreas locales que pueden llegar a encharcarse por la acumulación de elementos finos.

#### LIMOS ARCILLOSOS, ARENAS Y GRAVAS, (321a).

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

#### ARENISCAS, ARCILLAS Y CONGLOMERADOS, (321b).

**Litología.**— Este grupo se compone de areniscas, arcillas y conglomerados. Es la llamada «Facies Almendralejo».



Foto 23.- Grupo 321b. Aspecto de la «Facies Almendralejo» en un corte localizado a 1 km al Norte de El Manantío.



Foto 24.- Grupo 321b. «Facies Almendralejo», unos 1.000 m al Noreste del p.k. 11,500, de la carretera N-432 de Badajoz a La Albuera.

Las areniscas son de color pardo rojizo, y pueden contener algún canto, de naturaleza poligénica, de hasta 5 cm de diámetro. El tamaño de grano suele ser medio, aunque existen zonas con granulometría más fina. La naturaleza de los granos es fundamentalmente cuarzo-feldespática, y la cementación, muy intensa en ocasiones, es de carácter carbonatado.

Las arcillas son de tonos blanquecinos y verdosos claros, plásticas cuando se humedecen, y en ocasiones se presentan casi totalmente sustituidas por carbonatos, lo que da una gran compacidad a estos materiales.

Los conglomerados, que se disponen generalmente hacia el techo de la secuencia, están formados casi exclusivamente por clastos de cuarcita, subredondeados a redondeados, y con una matriz arcillosa rojiza. El tamaño de canto es variable, de 5 a 15 cm de diámetro medio, pudiendo alcanzar hasta 50 cm de diámetro mayor.

Todo este grupo se encuentra recubierto de un suelo de alteración, de naturaleza arenosa y arcillosa, y con espesores en torno a los 2 m de media.

**Estructura.**— Estructuralmente considerada, esta facies se dispone con una cierta inclinación sinsedimentaria hacia el Oeste, que no suele sobrepasar los 2 ó 3°.

Tanto la sucesión de niveles desde la base hasta el techo, como el ordenamiento de tramos individuales, es granocreciente, es decir, aumenta el tamaño de grano de abajo a arriba. Los cambios de litología se realizan lateralmente en distancias cortas, de modo que una misma litología no puede seguirse incluso a nivel de afloramiento.

Los depósitos de la «Facies Almendralejo» se interpretan como pertenecientes a un sistema de abanicos aluviales con canales de morfología trenzada («braided»), que se van abriendo y jerarquizando hacia el Oeste, y cuyas direcciones de aporte también se dirigen en la misma dirección.

Las estructuras sedimentarias reconocidas corresponden al medio de deposición indicado, y son del tipo de estratificación y laminación cruzada, rellenos de paleocanales, ripples de corrientes, acreción de barras, etc. También se han reconocido horizontes con rasgos edáficos correspondientes a períodos de exhumación de los materiales.

**Geotecnia.**— Los suelos de recubrimiento que cubren la «Facies Almendralejo» son fácilmente ripables. Los tramos conglomeráticos y areniscosos son marginales, y los niveles arcillosos pueden riparse, aunque con ciertas dificultades, según se profundiza en su seno.

Los conglomerados y areniscas pueden ser utilizables como préstamo para núcleo y coronación de terraplenes. Los niveles arcillosos, en cambio, no son recomendables como préstamo, debido a la dificultad de compactarlos y a la plasticidad que presentan.

Los suelos de alteración suelen ser semipermeables, aunque existen zonas impermeables que, caso de realizar alguna carretera sobre ellas, deberán drenarse convenientemente para evitar encharcamientos y futuros blandones.

Los taludes de excavación en los materiales de la «Facies Almendralejo» no deberían ser cortados con inclinaciones superiores a 2 H/1V, ya que son proclives al deslizamiento y/o a erosiones intensas. En cualquier caso debe construirse una cuneta al pie para recoger los derrubios que se producirán a corto y medio plazo.

#### ARENAS, GRAVAS Y ARCILLAS, (321c).

**Litología.**— Este grupo corresponde a la llamada «Facies Badajoz», y está compuesto por arenas, gravas y arcillas.

Las arenas poseen una granulometría fina y media, son homométricas, están bastante limpias, y presentan tonos marrón rojizo y amarillento.

Las gravas son fundamentalmente de cantos cuarcíticos, con diámetros medios en torno a los 4 ó 5 cm. La matriz es arcillo-arenosa y algo plástica. En ocasiones, estas gravas aparecen con una cierta cementación de tipo carbonatado. Otras veces se reconocen pequeños lentejones (antiguos paleocanales) de arenas medias y finas, casi sin finos, y cargadas de agua.

Las arcillas se presentan en tramos de poco espesor (en torno a 1 m), y son plásticas cuando se humedecen. Poseen un cierto contenido en arenas finas, así como algunos cantos cuarcíticos esporádicos.

**Estructura.**— Esta formación se dispone con una estructura general tabular subhorizontal, y con áreas ligeramente basculadas que no suelen sobrepasar los 5° de inclinación.

Los recubrimientos eluviales enmascaran prácticamente a toda la formación, aunque sus espesores no suelen ser muy elevados (en torno a 1 ó 2 m). En las pocas zonas donde se reconoce la formación, es posible diferenciar estructuras sedimentarias del tipo de laminaciones paralelas, estratificaciones cruzadas, granoselección positiva, huellas de raíces, bioturbación y nódulos carbonatados, entre otras.

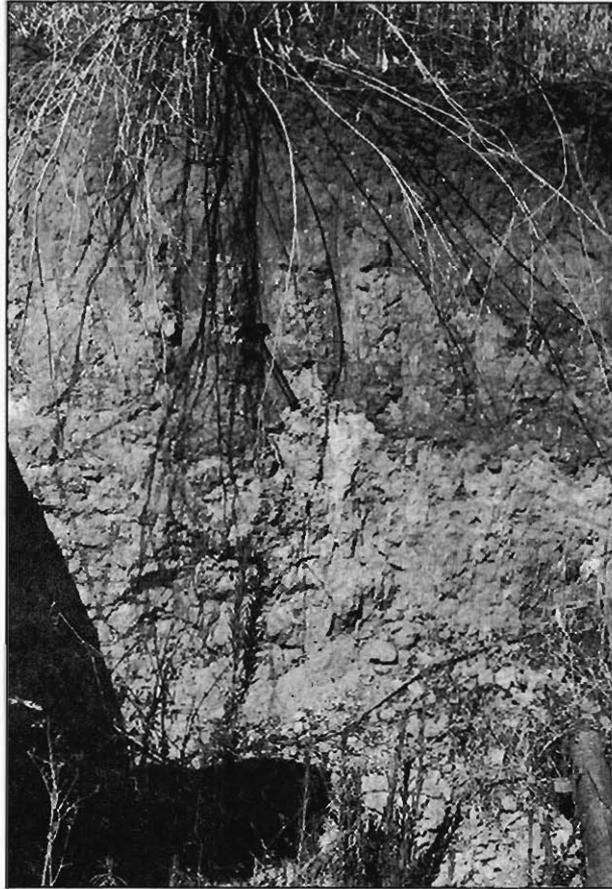


Foto 25.- Grupo 321c. Aspecto de una excavación a la altura del p.k. 15 de la carretera N-432, de Badajoz a La Albuera.

**Geotecnia.**— Esta formación presenta algunas zonas encharcables, por lo que en caso de construir alguna carretera sobre ella, deberá cuidarse especialmente la cuestión del drenaje.

Los materiales que constituyen esta formación son fácilmente ripables, salvo en algunos tramos concretos donde la cementación carbonatada es más intensa, y por tanto deberá emplearse un martillo neumático para fragmentar las capas.

Los depósitos de este grupo son sólo tolerables como material de préstamo para núcleo de terraplenes, ya que poseen un elevado contenido en finos, que son plásticos y además difícilmente compactables.

Al ser materiales no consolidados y, en general, sin cementación, son fácilmente degradables y erosionables. Los taludes de excavación no deberán sobrepasar los 30° de inclinación, dado que los materiales son movilizables. Es recomendable la construcción de una cuneta al pie de los taludes, que además deberá estar revestida, para la recogida de los arrastres producidos. Dicha cuneta deberá limpiarse periódicamente para evitar el cegamiento de la misma, así como para que los derrubios no lleguen a la carretera.

## CARBONATOS PULVERULENTOS, (321e).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por unas calizas nodulosas y pulverulentas, de color blanquecino, poco compactas y sin cristalización. El aspecto superficial es el de un «barro calcáreo blanquecino», con numerosas oquedades y huellas de bioturbación.

**Estructura.**— Esta formación no presenta una estructura definida a escala de afloramiento, ya que no se aprecia estratificación, aunque a nivel general sí se reconoce una estratificación horizontal.

Los nódulos que están incluidos en los «bancos calcáreos» presentan un diámetro aproximado de unos 4 cm, y tienen una dureza y compacidad mucho mayor que el resto del material.



Foto 26.- Grupo 321e. Aspecto superficial del mismo, a la altura del p.k. 4 de la carretera local de Arroyo de San Serván a Solana de los Barros.

**Geotecnia.**— El material que constituye este grupo debe considerarse ripable y con capacidad portante media a baja. No es recomendable como material de préstamo, dada la dificultad de compactarlo adecuadamente. Es semipermeable y se erosiona con relativa facilidad.

Para alturas bajas pueden tallarse taludes de excavación subverticales, aunque es conveniente construir una cuneta amplia al pie del talud que recoja los derrubios producidos a corto y medio plazo.

## CARBONATOS LAMINARES. (321f).

**Litología.**— Este grupo se compone de una alternancia de niveles carbonáticos (intramicritas) y niveles margosos oscuros, cuyos espesores individuales son

centimétricos. Englobados en estos materiales aparecen cantos calizos de hasta 30 cm de diámetro y otros elementos formados por granos de cuarzo, carbonatos y cantos blandos, de hasta 3 cm de tamaño máximo.

**Estructura.**— A nivel de afloramiento se reconoce una estratificación suavemente ondulada, similar a la originada en un medio con estromatolitos producidos por algas. A gran escala se observa una sedimentación subhorizontal en un medio de baja energía que, en ocasiones, estaría emergido y sin deposición.

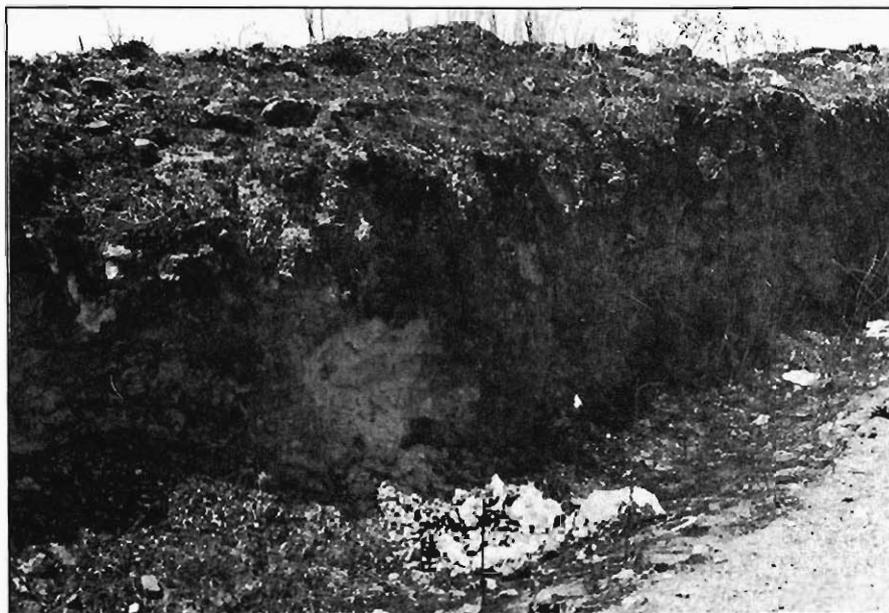


Foto 27.- Grupo 321f. Pequeño desmonte en la carretera local de Arroyo de San Serván a Almendralejo, a la altura del p.k. 13.

**Geotecnia.**— La capacidad portante de este grupo es media, y localmente alta en zonas donde la compacidad es algo más elevada. Es una formación ripable con tramos marginales. No es recomendable como material de préstamo, aunque podría utilizarse para el núcleo de terraplenes si no existieran otros materiales de mejor calidad. La permeabilidad es baja y pueden originarse encharcamientos en áreas llanas. Los taludes de excavación para alturas bajas pueden tallarse subverticales, aunque dada la alterabilidad de estos materiales, es recomendable construir una cuneta al pie para la recogida de derrubios que se producirán a medio plazo.

#### GRAVAS SUBANGULOSAS CON ARENAS ARCILLOSAS. (350).

**Litología.**— Está formado este grupo por gravas cuarcíticas, y una matriz arenosa y arcillosa, en tonos pardo-rojizos. Los cantos varían de subangulosos a subredondeados, tienen diámetros medios en torno a los 10 cm, y presentan una pátina rojiza de oxidación. La matriz areno-arcillosa no presenta cementación. Pueden aparecer niveles con una disminución importante en el contenido de cantos.



Foto 28.- Grupo 350. Aspecto superficial de la raña al Sureste de la Sierra de San Serván.

**Estructura.**— La disposición estructural de este grupo es subhorizontal. A nivel de afloramiento se reconoce una cierta granoselección, así como tramos en los que los cantos silíceos parecen «flotar» en la matriz. El tamaño máximo de los clastos es de unos 30 cm. La relación entre el esqueleto y la matriz es muy variable de unos puntos a otros, siendo el máximo de 60%/40% respectivamente.

Algunos cantos se encuentran picoteados como consecuencia de antiguos procesos eólicos.

**Geotecnia.**— Este grupo es fácilmente ripable en su totalidad, y es semi-permeable debido a la matriz areno-arcillosa existente. Los materiales constitutivos del grupo pueden utilizarse como material de préstamo, separando previamente los clastos de tamaño inadecuado. La erosionabilidad de esta formación es muy elevada, por lo que en caso de realizar excavaciones los taludes no deberían sobrepasar los 30° de inclinación. Además se recomienda construir una cuneta al pie para la recogida de derrubios.

## COLUVIAL DEL CLUB CAMPO-PINOS, (C1).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por gravas y arenas arcillosas. Las gravas presentan una textura de subredondeada a redondeada, y petrográficamente están constituidas por cantos silíceos y otros de fragmentos de rocas metamórficas.

La matriz es arenosa y arcillosa, algo plástica en estado húmedo, y con coloraciones rojizas y pardas. El porcentaje de cantos con respecto al volumen total de material es del 50% aproximadamente.

**Estructura.**— Los coluviales de este grupo se han formado como consecuencia del dismantelamiento y erosión de las terrazas situadas en cotas topográficamente más altas y, en consecuencia, la disposición estructural presenta una inclinación de unos 10° hacia ladera abajo.



Foto 29.- Grupo C1. Aspecto de detalle con las distintas granulometrías que presenta.

**Geotecnia.**— Los materiales que componen este coluvial se excavan con facilidad al carecer de cementación. Poseen una capacidad portante media y se erosionan con relativa facilidad. Son depósitos semipermeables y, localmente y en zonas llanas, pueden llegar a encharcarse. Estos materiales se pueden utilizar como préstamos para núcleo y coronación de terraplenes, siempre que se realice una compactación adecuada. Los taludes de excavación para alturas bajas poseen un ángulo de equilibrio pequeño, en torno a los 10°, por lo que si se excavan con una inclinación mayor, se degradan con gran facilidad.

## COLUVIAL DE TORREMEGIA, (C3).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por arcillas arenosas y cantos. La matriz arcillosa y arenosa es dominante y se presenta en tonos marrones y algo rojizos. Son plásticas cuando se humedecen y tienen un porcentaje, con respecto al volumen total de material, del 80%.

Los clastos, esporádicos, son de naturaleza fundamentalmente cuarcítica, aunque existen otros de grauwackas, y de fragmentos de rocas metamórficas de procedencia plutónica.



Foto 30.- Grupo C3. Detalle. Nótese la abundancia de material fino y la aparición esporádica de los cantos.

**Estructura.**— Este grupo se presenta sin una estructuración aparente y con carácter masivo, aunque debe tener una cierta inclinación hacia la parte baja de las laderas, de unos 5° como máximo, dada la topografía tan llana que originan sus depósitos. Localmente pueden existir áreas con una mayor inclinación, pero siempre restringidas a zonas determinadas (zonas de erosiones basales fundamentalmente).

**Geotecnia.**— Este grupo posee una capacidad portante baja y una alta facilidad de excavación. Son materiales inadecuados como préstamo, dada la gran abundancia de finos, difícilmente compactables, y plásticos en estado húmedo.

Son depósitos muy erosionables a corto plazo, por lo que si se excavan con inclinaciones superiores a su ángulo de equilibrio (unos 5°), los taludes se degradan con gran rapidez. En este grupo se han reconocido algunas zonas encharcables, por lo que deberá prestarse atención principal a la cuestión del drenaje.

## ELUVIAL DE SAN FRANCISCO DE OLIVENZA, (V1).

**Litología.**— Este grupo se localiza al Suroeste del Tramo y corresponde a los suelos de alteración, «in situ» o ligeramente transportados, de la formación plutónica infrayacente. Está formado por unas arenas en tonos pardos, con tamaño de grano medio y fino, de cuarzo y feldespatos principalmente, y por unas arcillas marrones oscuras que tienen una cierta plasticidad, poco acusada.

**Estructura.**— En este grupo queda patente el carácter masivo del mismo y no ha sido posible reconocer estructuras, dada la removilización a que se ha visto sometido para su aprovechamiento como tierra de cultivo.



Foto31.- Grupo VI. Aspecto que presenta en una zanja para canalización de agua.

**Geotecnia.**— Los materiales que componen este grupo son fácilmente ripables al no presentar cementación, al menos hasta el nivel menos alterado de la formación plutónica. La capacidad portante debe considerarse baja, al menos en los niveles más superficiales. En superficie son impermeables, por lo que, dada la topografía tan llana que presenta el grupo, así como el elevado contenido en elementos finos, originan frecuentes encharcamientos, por lo cual deberán estudiarse con detenimiento los aspectos referidos al drenaje.

## ELUVIAL DE LAS FORMACIONES TERCIARIAS, (V2).

**Litología.**— Este grupo corresponde a los suelos de alteración «in situ» o ligeramente transportados que recubren prácticamente en su totalidad a los materiales terciarios del Tramo. Está formado por arenas limosas o arcillosas, en tonos fundamentalmente rojizos, que constituyen depósitos con espesores variables, hasta un máximo de 4 m en algunas áreas.



Foto 32.- Grupo V2. Aspecto superficial del grupo sobre la «Facies Badajoz».

**Estructura.**— La estructura de este grupo es masiva, existiendo muy pocos cortes naturales del terreno en los que se ha podido visualizar la misma. Hacia la parte inferior del grupo y en el tránsito a la formación terciaria puede reconocerse, no obstante, la estructura original, que en cualquier caso siempre es subhorizontal.

**Geotecnia.**— Los materiales que componen este grupo son ripables con facilidad, e impermeables por acumulación de elementos limo-arcillosos en áreas llanas.

La capacidad portante de la formación es baja, y son depósitos no aconsejables como material de préstamo, debido al elevado contenido en finos, que son difícilmente compactables. Son materiales fácilmente erosionables y lábiles, por lo que en el caso de tener que realizar excavaciones los taludes no deberán sobrepasar los 10 ó 12° de inclinación.

#### TERRAZA ALTA DEL GUADIANA, (T1).

**Litología.**— Esta terraza fluvial se compone de gravas y arenas limosas. Las gravas son silíceas, de naturaleza cuarcítica, están bien redondeadas y representan una proporción del orden de un 80% en volumen respecto del total. Las arenas limosas son de color rojizo, predominando la fracción detrítica de tamaño arena.

En algunas zonas esta formación se presenta algo cementada mediante carbonatos. También existen lentejones arenosos correspondientes a paleocanales.

**Estructura.**— Este grupo presenta una estructura masiva, aunque puede reconocerse, en ocasiones, una orientación de los cantos según su eje mayor. El



Foto 33.- Grupo T1. Aspecto de los materiales que constituyen esta terraza.

tamaño medio de los cantos es de unos 4 cm, habiendo zonas donde este tamaño puede ser de unos 2 cm. El centil (tamaño máximo) encontrado es de 40 cm.

**Geotecnia.**— Este grupo es ripable en general, aunque hay zonas marginales allí donde la cementación es más intensa. Son materiales permeables y que pueden utilizarse como préstamos retirando los tamaños inadecuados. La capacidad portante es media. La formación presenta una elevada erosionabilidad, por lo que, en caso de hacer excavaciones, los taludes se degradarán a corto y medio plazo. La inclinación de los taludes de excavación para alturas bajas no debería sobrepasar los 35°.

#### TERRAZA MEDIA DEL GUADIANA, (T2).

**Litología.**— Esta terraza está compuesta por gravas con matriz areno-limosa. Las gravas son heterométricas y polimícticas y, aunque el componente mayoritario son cantos de cuarcitas, también existen cantos de grauwackas y arcosas, así como otros procedentes de materiales intrusivos básicos de la serie anfibolítica. La matriz areno-limosa presenta una coloración parda y los gránulos arenosos son de tamaño medio a fino.

**Estructura.**— La estructura general es subhorizontal, con una ligera inclinación hacia el río, aunque en detalle se observan estructuras sedimentarias del tipo de orientación preferente de cantos, una cierta granoselección positiva, cicatrices erosivas y depósitos de canal abandonados, entre otras. El tamaño máximo de canto encontrado es de 30 cm y no se ha reconocido cementación. También se reconocen pequeños lentejones arenosos, sin cantos, con espesores unitarios que no suelen sobrepasar los 2 m.



Foto 34.- Grupo T2. Aspecto de la terraza al Oeste del Tramo, en una antigua gravera abandonada. Nótese los niveles arenosos intercalados.

**Geotecnia.**— Los materiales que componen la terraza son ripables fácilmente. Poseen una capacidad portante de tipo medio, y son permeables, aunque hay algunas áreas impermeables y encharcables. Los depósitos de esta terraza pueden utilizarse como material de préstamo, pero deberán eliminarse los cantos de mayor tamaño de acuerdo con el «Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3)».

Son depósitos fácilmente erosionables, por lo que en caso de tener que efectuar desmontes los taludes no deberán tener inclinaciones mayores de 30°.

#### ALUVIAL DEL ARROYO RIVILLA. (A1).

**Litología.**— El aluvial de este arroyo está compuesto por arcillas algo arenosas, que tienen una cierta proporción de limos, y gravas aisladas y esporádicas.

Las arcillas arenosas y/o limosas son de tonos grises y ocre, y son bastante plásticas en estado húmedo. Las gravas, cuando existen, son fundamentalmente de naturaleza silíceas y se presentan con textura subredondeada.

**Estructura.**— Dado el aprovechamiento para cultivos que se efectúa en este aluvial, no ha sido posible reconocer ningún tipo de estructura sedimentaria, aunque cabe suponer lógicamente que la disposición sea horizontal.



Foto 35.- Grupo A1. Detalle del aluvial.

**Geotecnia.**— Este grupo es fácilmente ripable al no tener ningún tipo de cementación. La capacidad portante es baja. Es una formación impermeable, por lo que son frecuentes los encharcamientos.

No son materiales adecuados como préstamo, dada la elevada proporción de elementos finos, plásticos y difícilmente compactables, que existe.

El área ocupada por este grupo puede inundarse en época de avenidas, por lo cual deberá estudiarse el efecto que este fenómeno produce en las hipotéticas pilas y estribos de puentes a construir, en cuanto a procesos de erosiones de fondo y/o arrastres de material.

#### ALUVIAL DEL RIO GUADIANA, (A3).

Este grupo se ha definido en la Zona 3, dada su mayor importancia en ella.

#### ALUVIAL DEL ARROYO DE HINOJALES, (A4).

**Litología.**— Este grupo se compone de limos arenosos de color pardo, junto con cantos dispersos de naturaleza cuarcítica. Localmente pueden aparecer arenas arcillosas que engloban a cantos cuarcíticos y a clastos de naturaleza metamórfica y subvolcánica de la serie anfibolítica, aunque siempre con carácter subordinado.

**Estructura.**— Dado el carácter masivo que presenta este grupo, no se puede reconocer una estructura sedimentaria definida.



Foto 36.- Grupo A4. Aspecto superficial aguas arriba del cruce del Arroyo de Hinojales con la carretera comarcal 436 Badajoz-Olivcnza.

**Geotecnia.**— Los materiales de este grupo son fácilmente excavables y tienen una baja capacidad portante. Son inadecuados como material de préstamo, debido a la presencia de abundantes finos, que son además difícilmente compactables. Este grupo se encharca con facilidad, por lo que deberá prestarse una atención especial a la cuestión del drenaje.

## RELLENOS ANTROPICOS, (W).

Este grupo se ha definido en la Zona 1. No obstante, en esta Zona 4 destaca, por su importancia, el vertedero de residuos sólidos urbanos de Badajoz, que se localiza en El Manantío, al Oeste del P.K. 9,500 de la carretera de Badajoz a Valverde de Leganés.

También se reconocen algunas explotaciones de graveras, en el entorno del vertedero, actualmente abandonadas, con las mismas características definidas en la Zona 1 para este grupo.

### 3.4.5. Grupos geotécnicos

Atendiendo a las características geotécnicas de las distintas formaciones que componen la Zona 4, éstas se han agrupado de la siguiente forma:

— Grupo A: Materiales cuaternarios cohesivos.— Son materiales con una elevada proporción de elementos finos (limos y arcillas), y con un cierto contenido en arenas y algunas gravas. En áreas llanas se producen encharcamientos al ser materiales impermeables en superficie. Pueden presentar problemas de plasticidad y colapsabilidad, así como aquellos otros derivados de la inundabilidad de algunas formaciones. La capacidad portante es de tipo bajo y son materiales fácilmente ripables. A este Grupo pertenecen las formaciones A4, A1, V2, V1 y C3.

— Grupo B: Materiales cuaternarios no cohesivos.— Están constituidos por elementos granulares y por una matriz limosa y arenosa. Las formaciones de este Grupo se erosionan con relativa facilidad y son ripables sin dificultades. Existen problemas de mantenimiento de los taludes de excavación, si éstos se excavan con inclinaciones elevadas (mayores de 40°). Son materiales permeables y la capacidad portante es media. Se incluyen en este Grupo las formaciones W, A3, T2, T1, C1 y 350.

Grupo C: Materiales arcilloso-carbonatados.— Los materiales de este Grupo son impermeables en superficie, por lo que pueden dar lugar a encharcamientos importantes. La capacidad portante es baja. Son ripables en casi toda la formación. Los taludes de excavación para alturas bajas pueden cortarse subverticales, aunque a medio y largo plazo pueden sufrir degradaciones importantes. A este Grupo pertenecen las formaciones 321f y 321e.

— Grupo D: Materiales detríticos y detrítico-arcillosos.— Los materiales que componen este Grupo son fácilmente ripables, salvo en algunas zonas concretas, y se erosionan con relativa facilidad. Existen problemas de mantenimiento de los taludes de excavación, si éstos se tallan con ángulos de inclinación media (mayor de 30°). La capacidad portante de las formaciones de este Grupo debe considerarse baja en zonas superficiales. Son materiales de baja permeabilidad y que pueden dar lugar a encharcamientos importantes. Se incluyen aquí las formaciones 321c, 321b y 321a.

— Grupo F: Formaciones rocosas, troceadas y pizarrosas.— Son formaciones semipermeables en superficie e impermeables en profundidad. Los taludes de excavación pueden dar lugar a deslizamientos planos, si aquéllos se cortan con un buzamiento desfavorable (hacia la carretera). La capacidad portante es alta en

la formación, y baja, en los suelos de recubrimiento sobrepuestos. En este grupo sólo está representada la formación 112a.

— Grupo H: Formaciones carbonatadas compactas.— En general se puede afirmar que los materiales que componen este Grupo se encuentran karstificados, de ahí que su permeabilidad sea muy alta. Para la excavación de taludes es necesario el empleo de explosivos, ya que no son materiales ripables. La capacidad portante es alta. Se incluye en este Grupo la formación 111b.

— Grupo I: Formaciones intrusivas compactas.— Estas formaciones poseen un suelo de recubrimiento de espesor variable, capacidad portante baja y semi-permeable. Las propias formaciones sanas son impermeables, tienen capacidad portante elevada, y no son ripables. Pertenecen a este grupo los pequeños afloramientos correspondientes a las formaciones 001g, 001e y 001d.

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

Dentro del amplio abanico de problemas geotécnicos que presenta esta Zona 4, cabe subrayar por una parte, la elevada erosionabilidad que poseen los materiales terciarios, así como aquellos otros problemas derivados de la estabilidad de los taludes de excavación, cuando éstos se cortan con inclinaciones superiores a los 30°.

Importantes encharcamientos, con la consiguiente disminución de la resistencia superficial de los materiales, se producen en aquellos depósitos que poseen una baja permeabilidad y en áreas llanas. Incluso llegan a formarse pequeñas lagunas de carácter temporal.

En gran parte de los depósitos cuaternarios, así como en los recubrimientos, debe contarse con la baja capacidad portante que presentan dichos materiales;

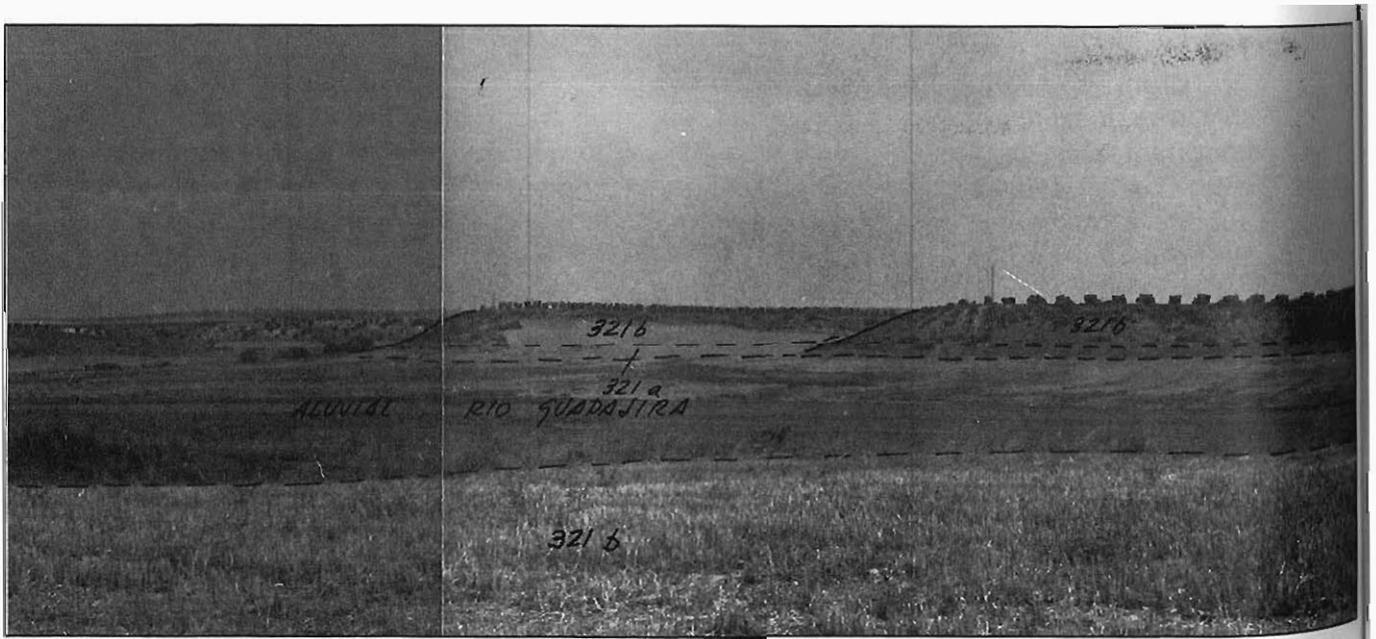


Foto 37.- Aspecto morfológico que presenta la Zona 4.

por tanto, las cimentaciones de las estructuras no podrán apoyar directamente sobre dichos depósitos.

Aunque los afloramientos de materiales pizarrosos y tableados no ocupan grandes extensiones en la Zona, sí merece destacarse la posibilidad de que se originen deslizamientos planos en dichos materiales si éstos se excavan con una inclinación desfavorable de las capas (buzamiento hacia la carretera), en cuyo caso deberán realizarse labores de estabilización en los taludes.

Otros problemas de índole geotécnica son los derivados de las inundaciones que pueden sufrir algunas formaciones, en las que pueden producirse erosiones en el fondo de los cauces, llegando incluso a dejar al descubierto la cimentación superficial de las estructuras.

### **3.5. ZONA 5: SIERRAS DE PEÑAS BLANCAS Y SAN SERVÁN**

#### **3.5.1. Geomorfología**

La Zona 5 es la que presenta una mayor complejidad geomorfológica de todas las consideradas en el Tramo estudiado. Se localiza en el borde suroriental de éste, y comprende diversas sierras y una parte de la margen izquierda del río Guadiana.

La orografía de la Zona viene marcada por las diversas sierras que, con una disposición estructural que sigue una directriz ibérica, es decir NO-SE, la atraviesan (Peñas Blancas, Juan Bueno, San Serván). Las alturas topográficas máximas de la Zona y del Tramo se alcanzan en la Sierra de Peñas Blancas, con 655 m. Vértices geodésicos importantes y que se disponen en cumbres de cima cónica o en divisorias agudas, son el del Castillo de Alange (485 m), el del Pico Grajera (526 m), y el de San Serván, con 608 m. En la Sierra de Juan Bueno se alcanza la máxima altura en el vértice Calvario, con 451 m.

En las zonas más altas de las Sierras se sitúan importantes asomos rocosos cuarcíticos, que dan lugar a cantiles importantes y a divisorias fluviales agudas y en crestería.

Las laderas de las Sierras poseen pendientes con inclinaciones importantes, de hasta 35°, y se articulan con los valles por medio de depósitos coluviales que rebajan la pendiente.

El aspecto morfológico de las Sierras es bastante inaccesible. Sólo por los valles principales de los ríos que han conseguido atravesar aquéllas (río Matachel) es posible la construcción de carreteras. No obstante y debido a que la continuidad lateral de las sierras principales (entre Peñas Blancas y San Serván) no se mantiene, la construcción de carreteras no presenta problemas, ya que los collados existentes y las áreas llanas dispuestas entre las Sierras facilitan los pasos de las vías.

Las zonas situadas al Norte y al Sur de las Sierras principales presentan un relieve alomado con algunos cerros que destacan del entorno. Las vaguadas dispuestas en estas zonas tienen vegas amplias, con perfiles transversales de fondo plano o en artesa, aunque con pendientes generalmente tendidas.

Las áreas más próximas a la vega del río Guadiana tienen unos importantes recubrimientos coluviales, con una inclinación monoclinal hacia la vega que no suele sobrepasar los 5° de pendiente.

### 3.5.2. Tectónica

En los materiales constituyentes de esta Zona 5 se han reconocido los efectos de al menos dos orogénias diferentes. Una orogenia precámbrica y otra hercínica.

La orogenia precámbrica se ha reconocido por la existencia de una marcada discordancia cartográfica entre los materiales paleozoicos y los precámbricos, así como por la existencia de una esquistosidad de flujo que afecta a los materiales precámbricos y que es anterior a la blastesis de los granitoides preordovícicos reconocidos en la Zona, aunque dada la mala calidad de los afloramientos precámbricos, no se han podido reconocer la dirección, la geometría, ni la vergencia, de las estructuras resultantes de esta orogenia.

Con respecto a la Orogenia Hercínica, se han reconocido tres fases de plegamientos y una posterior de fracturación.

La primera fase de plegamiento da lugar a pliegues isoclinales, que en origen debieron ser tumbados, y que presentan una dirección comprendida entre la N-120°E y la N-130°E. También se reconoce una incipiente esquistosidad de flujo que afecta a los materiales paleozoicos.

La segunda fase es de cabalgamientos y se reconoce a escala cartográfica. Esta fase ha dado lugar a un cierto apilamiento de materiales y a una repetición de los mismos, como los que se reconocen en la vertiente meridional de la Sierra de Peñas Blancas.

La tercera fase tectónica da lugar a un plegamiento de amplio radio, que da lugar a la creación de pliegues cilíndricos, de plano axial próximo a la vertical y con unas direcciones comprendidas entre la N-110°E y la N-130°E.

La etapa de deformación rígida (fracturas) da lugar a diversas familias que se pueden agrupar, según las direcciones que presentan, en las siguientes:

Fallas de dirección N-30°E a N-50°E. Se encuentran representadas en los alrededores de Alange, y han jugado como fallas sinestrales con una cierta componente en la horizontal.

Fallas de dirección N-60°E a N-80°E, reconocidas en Zarza de Alange, y que presentan saltos en ocasiones de desarrollo kilométrico, y otras veces se encuentran cicatrizadas y selladas por materiales básicos.

Fracturas de dirección N-110°E a N-130°E, que parece ser que han jugado como desgarres sinestrales, aunque con una cierta componente en la vertical. En la última etapa del ciclo hercínico parece ser que estas estructuras han jugado como fallas normales.

Fracturas de dirección N-150°E a N-160°E. Estas fracturas son reconocibles en el Cerro Grajera y son posteriores a las grandes fallas longitudinales. Estas fracturas han funcionado como desgarres dextrosos con componente principal en la horizontal.

Por lo que respecta a la actividad neotectónica de la cuenca, posterior al depósito de los sedimentos miocenos, parecen existir algunas fracturas preexis-

tentes, anteriores al arrasamiento de los materiales paleozoicos, que han jugado como fallas normales, y cuyos saltos no llegan a tener más de 4 ó 5 m.

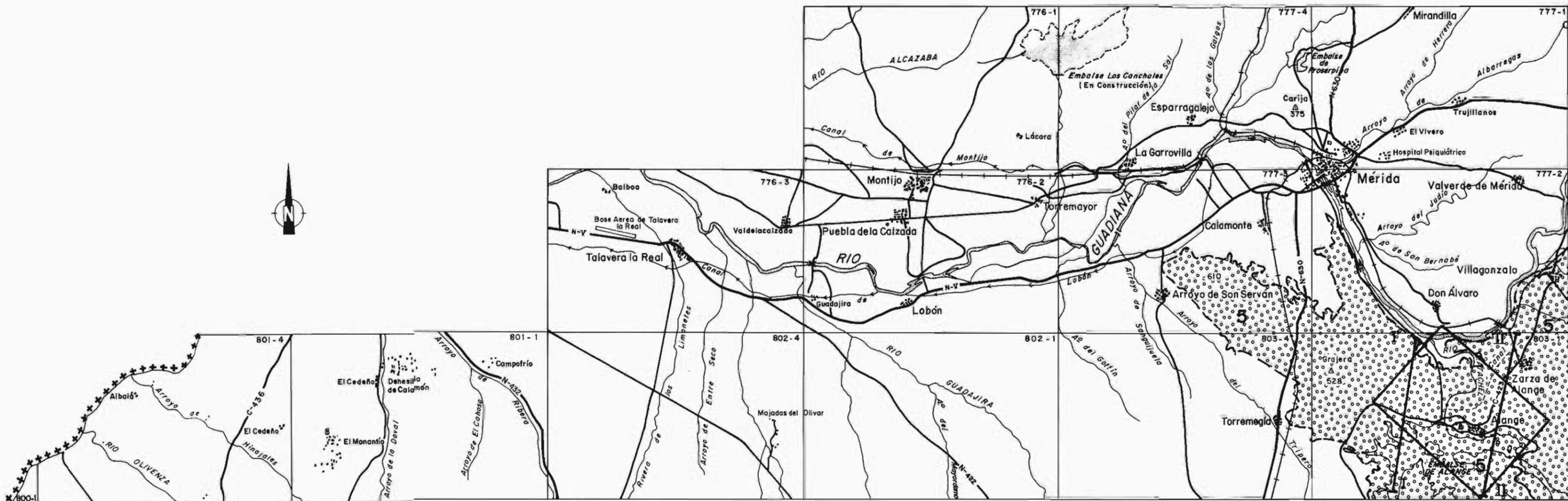
La actividad tectónica durante el Plioceno y el Cuaternario ha sido nula, ya que no se han reconocido ningún tipo de estructuras ni deformaciones tectónicas que afecten a materiales de estas edades.

### 3.5.3 COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	A2	B	Gravas y gravillas con matriz areno-limosa	Cuaternario
	T1	B	Gravas y bolos con arenas limosas	Cuaternario
	C4	B	Gravas y bolos con arenas algo limosas	Cuaternario
	C3	A	Arenas arcillosas rojizas	Cuaternario
	C2	A	Arenas arcillosas rojizas con cantos	Cuaternario
	C1	B	Gravas y limos arenosos	Cuaternario
	350	B	Gravas cuarcíticas con arenas	Pliocuatenario
	321f	C	Niveles carbonatados	Mioceno
	321d	D	Conglomerados	Mioceno
	321b	D	Areniscas y arcillas, con bancos conglomeráticos	Mioceno
	210	E	Lutitas, areniscas, cuarcitas y yesos cristalizados	Triásico
	141b	F	Pizarras, grauwackas, conglomerados e intercalaciones calcáreas	Devónico Inferior y Medio
	141a	F	Areniscas, esquistos sericiticos y bancos calcáreos	Devónico Inferior
	121c	G	Ortoquarcitas blancas	Ordovícico Inferior
	121b	G	Arcosas y conglomerados	Ordovícico Inferior
	121a	F	Metaareniscas, pizarras y arcosas	Ordovícico Inferior
	111a	F	Pizarras, areniscas moscovíticas y niveles de calizas	Cámbrico Inferior
	010b	F	Grauwackas, areniscas y arcosas, con intrusiones anfíbolíticas y porfídicas	Precámbrico
	010a	F	Esquistos, metaareniscas anfíbolitas y metapelitas	Precámbrico
	002	G	Diques de cuarzo	Precámbrico
	001g	I	Gabros piroxénicos	Precámbrico
	001c	I	Granitoides	Precámbrico
	001b	I	Granitos de dos micas	Precámbrico

ESC = 1 / 10.000

NOTA: LOS DEPOSITOS CUATERNARIOS, SIN ESCALA



LEYENDA-

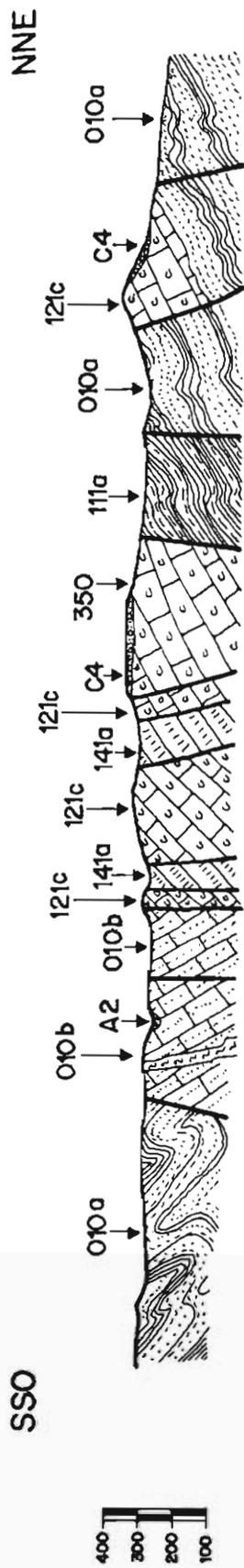
- +—+—+— Ferrocarril
- N-Y — Carretera radial
- N-630 — Carretera nacional
- C-530 — Carretera comarcal
- ~~~~~ Río o arroyo
- ~~~~~ Río principal
- 776-2 | División de los cuadrantes de las hojas a Esc-1/50000
- Población
- ▲ Carlija 375 Vértice geodésico
- +++++ Límite fronterizo

- ZONA 5 : SIERRAS DE PEÑAS BLANCAS Y SAN SERVÁN
- BLOQUE-DIAGRAMA
- +—+—+— CORTE GEOLOGICO

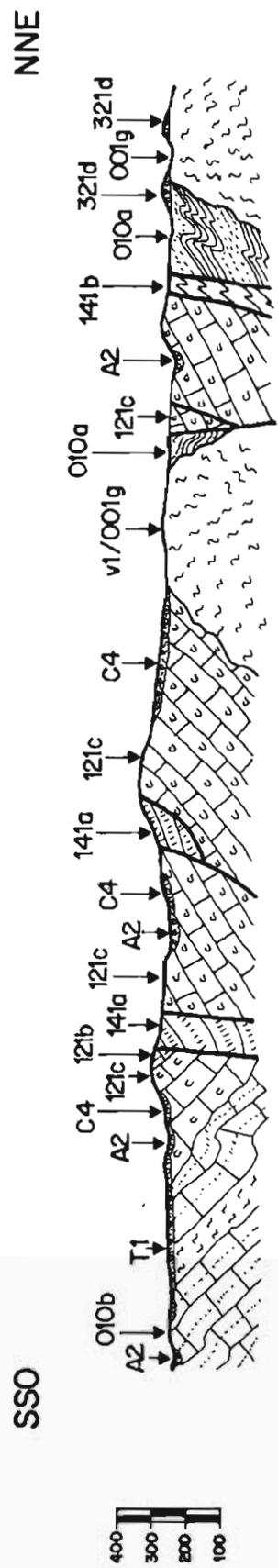
ESCALA - 1/200000

0 5 10

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



I'



II'

H: 1 / 50.000  
 ESCALAS = V: 1 / 20.000

FIG.3.14.- CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA 5

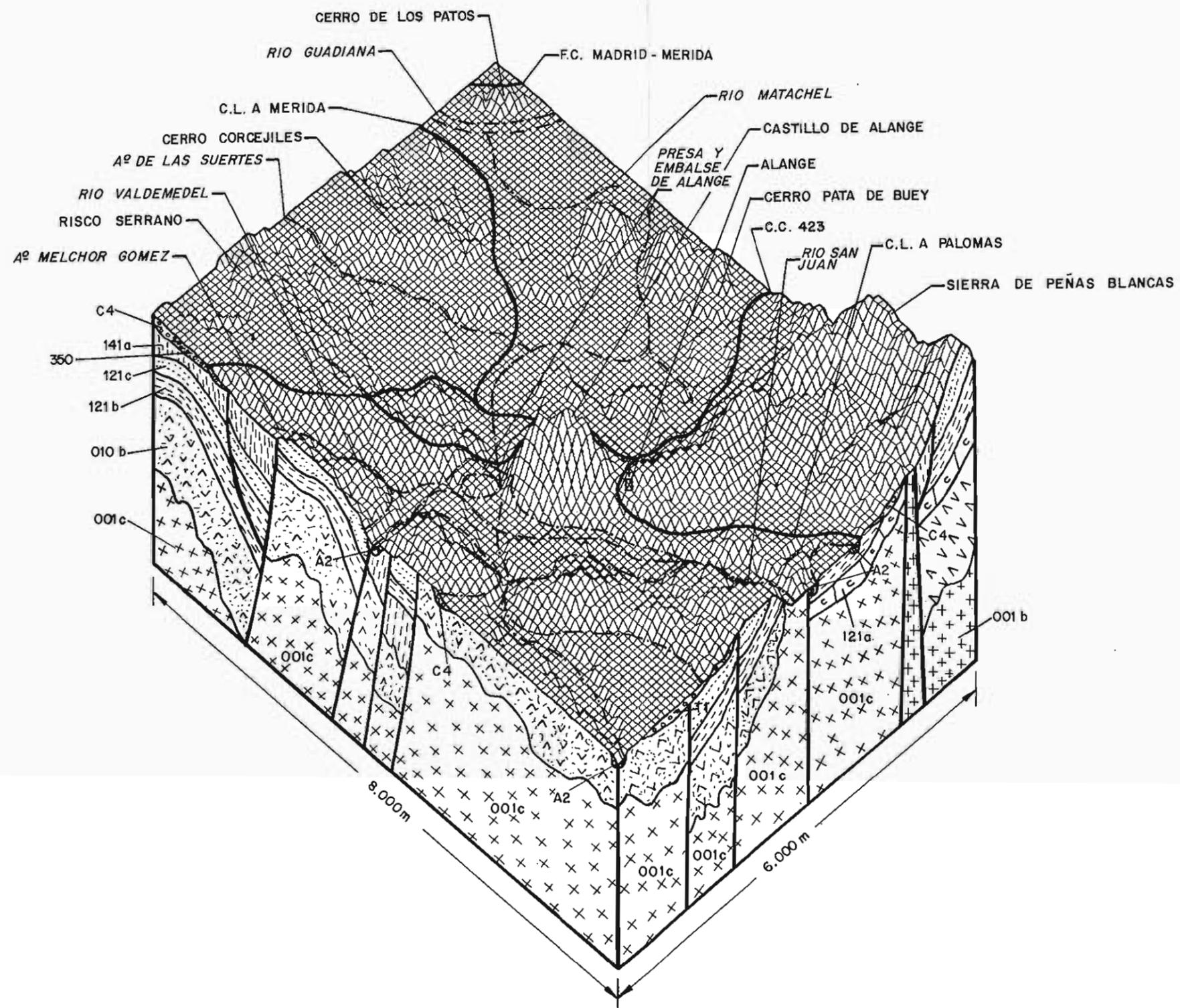


FIG. 3.15.- BLOQUE-DIAGRAMA DE LA ZONA 5

#### 3.5.4. Grupos litológicos

##### GRANITO, (001b).

Este grupo se ha definido en la Zona 1, dada su mayor extensión superficial en dicha Zona.

##### GRANITOIDES TIPO PALOMAS, (001c).

**Litología.**— Este grupo se compone de rocas plutónicas (granitoides), que presentan una textura granular homométrica, y están formadas mineralógicamente por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa sódica, moscovita y biotita. Son rocas calcoalcalinas de colores claros que presentan un magmatismo orogénico del Precámbrico Terminal. Sólo aflora en el borde sureste del Tramo.

Superficialmente se presenta muy alterado, con un recubrimiento de unos 1,5 a 2 m de espesor.



Foto 38.- Grupo 001c. Aspecto de la formación en la margen derecha del río de San Juan, en el extremo sureste del Tramo.

**Estructura.**— En algunos afloramientos la roca presenta una clara orientación, como consecuencia de la deformación sufrida, que se pone de manifiesto por una reorientación de los feldespatos y las micas, así como una recristalización del cuarzo, y una cloritización de la biotita. A mesoescala, estas estructuras no son visibles, presentándose la roca con un aspecto masivo.

**Geotecnia.**— Los niveles superficiales de alteración que presenta la roca poseen una capacidad portante media; son además permeables y fácilmente ripables. La formación sana, en cambio, es impermeable y no ripable, por lo que en caso de efectuar excavaciones, éstas deberán realizarse mediante voladuras.

En el caso de tener que realizar taludes de excavación, éstos podrán cortarse con inclinación subvertical, pero deberán eliminarse los elementos desprendibles que pudieran tener los paramentos, mediante un saneo adecuado, para evitar su caída hacia la futura carretera. En el nivel de alteración, los taludes deberán rebajarse hasta al menos 1,5 H/1V.

GABROS, (001g).

Este grupo se ha definido en la Zona 4, dada su mayor representatividad.

DIQUES DE CUARZO, (002).

Este grupo se ha definido en la Zona 1, debido a su mayor importancia en ella.

ESQUISTOS, METAESQUISTOS CUARCITICOS, METAARENISCAS, ANFIBOLITAS Y METAPELITAS, (010a).

Se ha estudiado este grupo en la Zona 1, dada su mayor extensión en ella.

GRAUWACKAS, PIZARRAS, PORFIDOS Y ANFIBOLITAS, (010b).

**Litología.**— Este grupo es el denominado "complejo esquisto-grauwackico". Está formado por materiales detríticos, fundamentalmente grauwackas, aunque también existen pequeños bancos de areniscas y pizarras, así como intrusiones anfibolíticas y de pórfidos.

Las grauwackas están compuestas por una matriz microcristalina clorítico-sericítica, fuertemente orientada, con clastos elipsoidales de litología variable (de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, agregados de cuarzo-feldespato y clorítico-sericíticos, entre otros). Los términos arenosos tienen un color blanquecino, aunque el conjunto posee tonos grises y verdosos.

Las pizarras pueden ser clorítico-sericíticas o arenosas. Las primeras, pelíticas, están compuestas por una masa microcristalina de clorita, sericita y cuarzo. Las segundas (pizarras arenosas) tienen abundantes granos de arena, principalmente



Foto 39.- Grupo 010b. Pequeños diques de pórfido entre pizarras en la carretera de Alange a Almendralcjo.

de cuarzo, y otros de plagioclasa. La alternancia milimétrica de estos dos tipos de pizarras da lugar a un bandeado característico.

Dentro del conjunto anterior aparecen esporádicamente tanto intercalaciones volcánicas ácidas (pórfidos cuarzo-feldespáticos), como básicas (anfibolitas).

**Estructura.**— En este conjunto se reconoce una estructura tectónica muy compleja. Se encuentran numerosos pliegues, afectados, al menos por tres fases de deformación, y cuyos ejes tectónicos son variables. De ahí que existan numerosas figuras de interferencia, kink-bands, etc. La cuarta fase tectónica fue de fracturación, dando origen a nuevas fallas, tanto dextrales como sinestrales. El diaclasado está muy marcado y es bastante homogéneo (del orden de 10 fracturas o diaclasas por metro lineal).

**Geotecnia.**— Este grupo debe considerarse como no ripable, al menos en los niveles más profundos. Los suelos y materiales de alteración superficial son fácilmente excavables. Los ángulos de excavación admisibles en la formación sana pueden ser subverticales para alturas bajas y medias. Los materiales de alteración, en cambio, no deberían tener una inclinación mayor de 30°.

Este grupo puede ser utilizable como préstamo para núcleo de terraolenes, pero no es aconsejable para la coronación de los mismos, ya que se altera con facilidad, sobre todo los tramos pizarrosos.

Los niveles superficiales de alteración deben considerarse como semipermeables. La formación sana es impermeable, aunque puede tener una ligera permeabilidad en las zonas de fracturas.

## ARCOSAS, PIZARRAS GRISES Y CALIZAS, (111a).

**Litología.**— Este grupo está constituido por una sucesión variable de pizarras y areniscas moscovíticas (arcosas), entre las que se intercalan algunos niveles de calizas estromatolíticas, en ocasiones oncolíticas, bastante recristalizadas.

Las arcosas, que son de grano medio y de color claro, siempre se disponen en la base de este grupo.

Las pizarras están finamente foliadas y son de colores grises. Pueden tener algunas hiladas arenosas.

**Estructura.**— El conjunto de esta formación se dispone en paquetes decimétricos a centimétricos, bastante fracturados, lo que produce una serie de bloques angulosos de volumen decimétrico.

Existen frecuentes pliegues y fracturas. Las areniscas muestran una esquistosidad muy marcada. El número de fracturas o diaclasas por metro lineal es muy elevado, del orden de 20 fracturas por metro.

Superficialmente esta formación se recubre de un nivel de alteración poco potente (aproximadamente de 1 m).

**Geotecnia.**— Las arcosas sanas presentan una ripabilidad marginal, llegando a no ser ripables en profundidad. Las pizarras son ripables en los niveles más superficiales, pero la excavabilidad se va haciendo más difícil según se profundiza y llegan a no ser ripables a los 5 ó 6 m de profundidad.

La capacidad portante es de tipo medio, pudiendo ser alta en la zona de las arcosas.

Los tramos pizarrosos sanos deben considerarse como impermeables. En cambio, los tramos arcósicos son semipermeables, así como los niveles de altera-



Foto 40.- Grupo 111a. Detalle de un pequeño afloramiento, localizado a unos 2 km al Noroeste de la presa de Alange.

ción superficial. Pueden originarse zonas encharcables en áreas llanas donde exista una acumulación de elementos finos, por lo que en este caso deberá cuidarse especialmente la cuestión del drenaje.

Los taludes de excavación para alturas bajas y medias pueden ser subverticales en la formación sana, siempre que no exista una pizarrosidad o estratificación desfavorable. En los recubrimientos, en cambio, la inclinación no debería sobrepasar los 40°.

Es conveniente disponer un cunetón amplio al pie de los taludes, que sirva para recoger los posibles derrubios y desprendimientos que pudieran producirse, y en los taludes de altura media, además, deberán construirse bermas cada 4 ó 5 m de altura.

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

**Litología.**— Este grupo está constituido por una sucesión detrítica de pizarras, areniscas y arcosas.

La secuencia comienza por un potente tramo de pizarras oscuras y grises, pelíticas, entre las que gradualmente se van intercalando hiladas y paquetes de metaareniscas violáceas que, por su aspecto y dureza, parecen auténticas cuarcitas. Según se sube en la serie, estas metaareniscas se van transformando paulatinamente en arcosas (arenas inmaduras) que tienen un tamaño de grano de tipo medio, color rosado, y un alto contenido en granos de cuarzo. Hacia el techo de la secuencia, aparecen unos niveles subordinados y muy delgados de limos blancuecinos.



Foto41.- Grupo 121a. Detalle de los bancos areniscosos y pizarrosos del grupo, en el afloramiento de la carretera al embalse de Comalvo, localizado en el extremo NE del Tramo.

Los paquetes detríticos, por otra parte, presentan una cementación silíceo muy intensa y, en algunas ocasiones, la coloración violácea general se transforma en verde-amarillenta. Existen pequeños recubrimientos de alteración, discontinuos, de escaso espesor (menor de 1,5 m).

**Estructura.**— La estructura de este grupo es bastante compleja. Junto a pliegues de radio medio y de tipo concéntrico, se desarrolla una marcada esquistosidad. Este tipo de estructura, junto con la estratificación, da origen a la fragmentación de la roca en pequeños bloques y lascas de tamaño decimétrico.

Se reconocen también pequeños micropliegues, a veces disarmónicos, que evidencian un alto grado de deformación.

**Geotecnia.**— Este grupo debe considerarse como semipermeable en la formación sana y en los recubrimientos.

Es ripable el suelo de alteración y la parte alterada de la formación, pero no es ripable el material sano.

La formación, en su conjunto, puede ser utilizable para el núcleo de los terraplenes, pero no para la coronación de los mismos, ya que ésta presenta una marcada anisotropía y es difícilmente compactable.

En caso de tener que realizar taludes de excavación, éstos podrán cortarse con ángulos de hasta 60° en alturas medias, pero siempre que los materiales no presenten una esquistosidad o estratificación desfavorable (paralela al trazado y con inclinación de capas hacia la carretera). Es conveniente construir una cuneta amplia al pie de los taludes, que sirva para recoger los posibles derrubios.

#### ARCOSAS Y CONGLOMERADOS, (121b).

**Litología.**— Está compuesto este grupo por arcosas amarillentas y por tramos conglomeráticos.

Las arcosas comienzan en la base con tamaños de grano medio, para, hacia el techo, ir haciéndose más groseros. Su composición mineralógica está constituida por cuarzo, feldespato potásico, moscovita, y fragmentos de roca de tipo chert, de rocas volcánicas de grano fino y de rocas esquistosas cuarzo-sericíticas.

Los tramos conglomeráticos se sitúan hacia el techo de la serie, pudiendo llegar a tener potencias de hasta 15 m. Los clastos son redondeados, con alta esfericidad, y litológicamente están constituidos por cantos de cuarzo y cuarcita negra. La matriz es arcósica y es similar a la descrita anteriormente.

**Estructura.**— Este grupo posee una estructura de plegamiento poco intensa, con pliegues amplios, aunque con buzamientos importantes (50° a 70°).

La tectónica de fracturación, en cambio, es muy notable, con amplio desarrollo de fallas de varios kilómetros de longitud y salto hectométrico.

También existen cabalgamientos de unidades más antiguas sobre esta formación.

**Geotecnia.**— La formación debe considerarse como no ripable, por lo que, en caso de tener que efectuar excavaciones, éstas deberán realizarse mediante voladuras o por medio de martillo neumático.

La capacidad portante del grupo es elevada, y sus materiales podrán utilizarse para la ejecución de terraplenes y pedraplenes.

Los taludes de excavación podrán cortarse con ángulos próximos a la vertical, en alturas bajas y medias, sin más que sanear los paramentos, de los elementos desprendibles que pudieran existir, antes de dejarlos como definitivos.

Debido a la cementación silícea tan intensa que presenta este grupo, la permeabilidad por porosidad intergranular es prácticamente nula, por lo que será necesario prestar una atención especial a la cuestión del drenaje.

#### CUARCITA ARMORICANA Y PIZARRAS, (121c).

**Litología.**— Este grupo está constituido por ortocuarcitas en tonos blancos y rosados, y por pizarras en lechos delgados.

Las ortocuarcitas son de aspecto masivo, están muy recristalizadas, y tienen un vetado rojizo, debido a la presencia de óxidos de hierro. Ocasionalmente aparecen pequeños bancos de areniscas blancas.

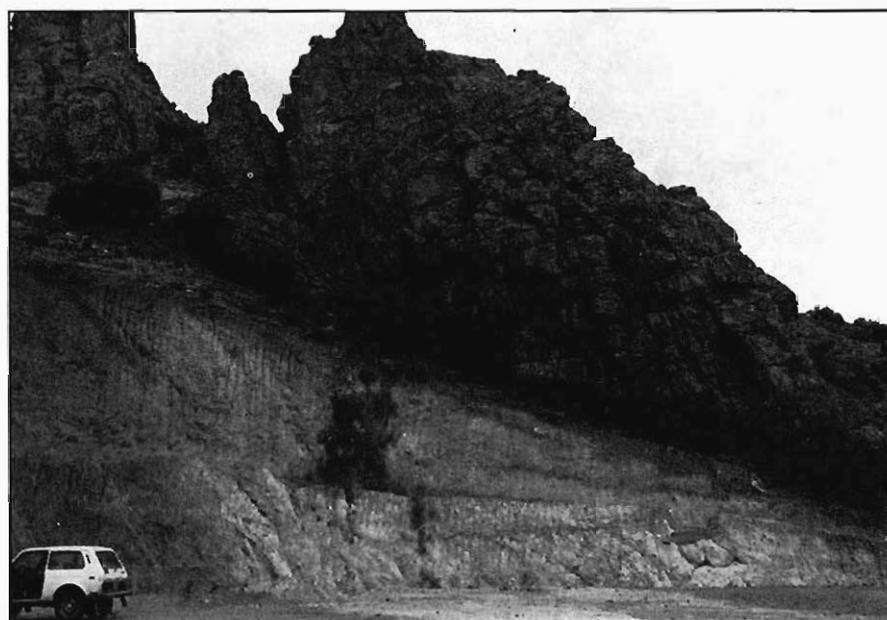


Foto42.- Grupo 121c. Crestón cuarcítico en el estribo derecho de la presa de Alange.

Las pizarras son hojosas, moscovíticas, y tienen tonos rojizos y ocre, y un espesor variable según la posición que ocupen en la serie. Es en los niveles intermedios de ésta donde se alcanzan los mayores espesores, mientras que en la base y en el techo de la misma la representación de las pizarras se reduce a meras juntas entre los bancos cuarcíticos.

**Estructura.**— Este grupo se presenta como una serie monoclin, con buzamiento variable desde el Sureste al Suroeste. Sus afloramientos se disponen en las crestas y partes altas de los cerros, debido a que poseen una mayor resistencia frente a la erosión que los materiales adyacentes.

En ocasiones se observa a este grupo cabalgante sobre series más modernas (sobre el grupo 141a, principalmente). Otras veces se reconocen una serie de fallas importantes, de gran desarrollo longitudinal, y cuya disposición suele ser ortogonal a los frentes de cabalgamiento.

El diaclasado no es muy intenso (3 a 5 diaclasas por metro lineal), aunque en zonas locales este número puede subir hasta 10 diaclasas por metro. Esto induce una fragmentación de la roca en pequeños paralelepípedos de volumen decimétrico.

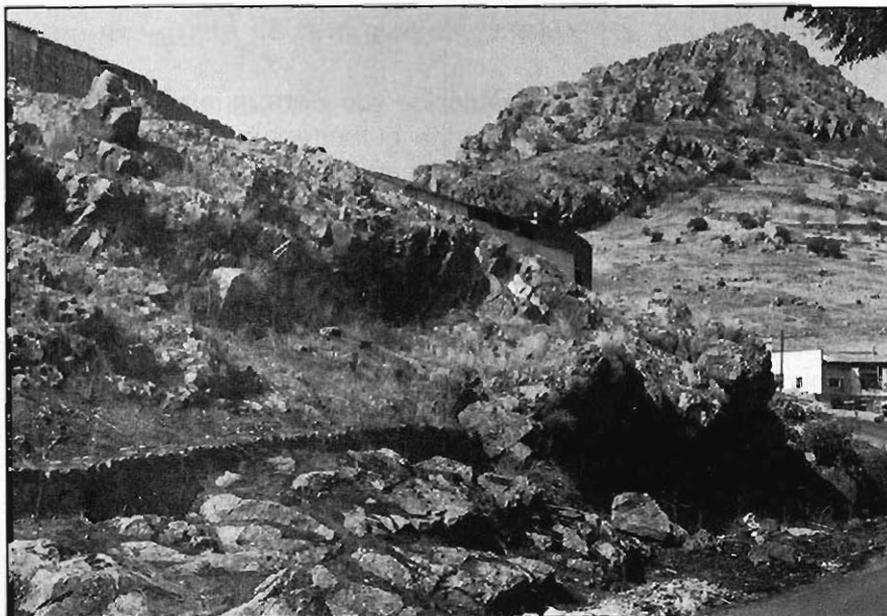


Foto 43.- Grupo 121c. Afloramiento de la cuarcita armoricana en el castillo de Alange. Nótese el buzamiento de los bancos rocosos.

**Geotecnia.**— El grupo en su conjunto debe considerarse como no ripable, salvo en las zonas muy tectonizadas y en los tramos pizarrosos, en los cuales la excavabilidad se considera marginal.

Las ortocuarcitas pueden utilizarse como árido de machaqueo para subbase y para la capa de base, pero no para la de rodadura, ya que poseen una baja adhesividad al betún.

La capacidad portante es alta, y la permeabilidad es prácticamente nula en la formación sana, aunque existen áreas semipermeables que corresponden a los tramos más tectonizados.

La formación admite ángulos de excavación subverticales para alturas bajas y medias, aunque los paramentos deberán sanearse de aquellos elementos inestables que pudieran aparecer.

#### ARENISCAS, ESQUISTOS Y CALIZAS. (141a).

**Litología.**— Este grupo lo componen areniscas, esquistos sericíticos y bancos de calizas.

Las areniscas son de grano fino, tienen espesores individuales entre 5 y 30 cm y presentan cementación silíceea. En ocasiones se reconocen zonas bandeadas con coloraciones violáceas y ocres, aunque predominan las coloraciones rojizas debidas a la tinción por óxidos de hierro.

Los esquistos sericíticos se presentan muy alterados en superficie, son de colores violáceos, pardos y blanquecinos, y el tamaño de grano es fino.

Las calizas se disponen alternantes con el tramo esquistoso, están compuestas por carbonatos bioclásticos, y en los bancos se pueden reconocer abundantes restos de braquiópodos.

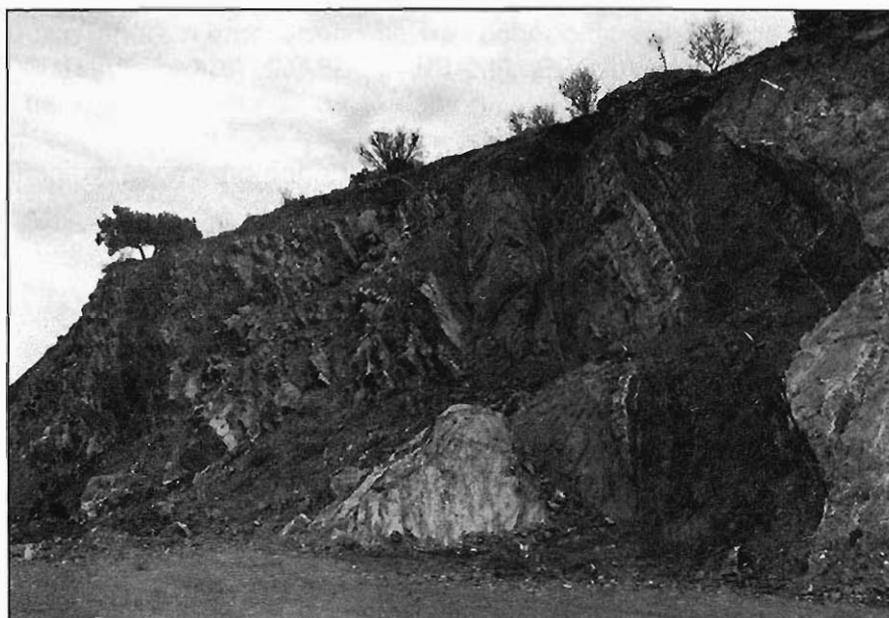


Foto 44.- Grupo 141a. Afloramiento de las distintas litologías del grupo, a un kilómetro al Sur, aguas arriba de la presa de Alange.

**Estructura.**— Las areniscas se disponen en capas centimétricas. Los esquistos presentan una esquistosidad muy marcada, la cual da lugar a una exfoliación en lascas de 2 a 4 mm de espesor. Los bancos calcáreos pueden llegar a tener espesores métricos.

En este grupo se reconoce una tectonización intensa. Es frecuente la existencia de fallas importantes y de gran desarrollo, así como cabalgamientos de series más antiguas sobre este grupo.

El diaclasado no es muy intenso en las areniscas (1 a 5 diaclasas por metro lineal), aunque se eleva considerablemente en los tramos esquistosos (20 a 30 diaclasas por metro).

**Geotecnia.**— Las areniscas y las calizas tienen una cierta permeabilidad. En el primer caso por porosidad intergranular, y en el segundo, por karstificación. Los niveles esquistosos sanos deben considerarse impermeables, pero son semi-permeables los tramos de alteración superficial.

Las areniscas y las calizas no son ripables. Los esquistos sericíticos son marginales, en la formación, y fácilmente ripables, en los niveles alterados.

Los tramos calcáreos y areniscosos pueden ser utilizables como material de préstamo, para núcleo y coronación de terraplenes, pero en cambio los tramos esquistosos deberán desecharse para tal fin, dado que se alteran con mucha facilidad y son, además, difícilmente compactables.

Los taludes de excavación para alturas bajas y medias pueden tener inclinaciones de hasta 1 H/3V en las areniscas y calizas, pero dicha inclinación deberá rebajarse hasta 1 H/2V en los tramos esquistosos sanos. Los recubrimientos no deben tener una pendiente mayor de 1,5 H/1V. Es conveniente construir una cuneta al pie de los taludes de excavación, a fin de recoger los posibles derrubios que pudieran producirse a corto y medio plazo.

#### VOLCANITAS, CONGLOMERADOS, PIZARRAS, GRAUWACKAS E INTERCALACIONES CALCAREAS, (141b).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por conglomerados, volcanitas, pizarras, grauwackas y bancos calcáreos.

Los conglomerados son poligénicos y están constituidos por fragmentos de diversa naturaleza, como cuarzo, material pizarroso, cuarcitas, chert, fragmentos de biotitas, granate, circón, menas metálicas, etc. La matriz es muy escasa y micácea.

Las volcanitas son rocas microgranudas, homométricas, que tienen un abundante contenido en minerales oscuros (máficos), piroxenos y plagioclasas. Se clasifican como diabasas muy fisuradas y alteradas.

Las pizarras son bandeadas, de tonos verdosos en general, muy hojosas y laminares, y se disponen alternantes con grauwackas grises, de grano medio y muy compactas.

Las rocas calcáreas son masivas y oscuras, tienen abundantes terrígenos y restos de fósiles, y se disponen estratigráficamente en pequeños bancos, intercalados entre las litologías anteriores.

**Estructura.**— La disposición estructural de este grupo es muy compleja. En los escasos afloramientos detectados siempre se presenta en contacto tectónico (por falla) con el Precámbrico, o cabalgado por materiales del Paleozoico Inferior (Ordovícico).

En los propios afloramientos se reconoce un intenso diaclasado, repliegues notables de capas, y una alteración superficial muy importante.

**Geotecnia.**— Este grupo debe considerarse como no ripable por debajo del nivel de alteración superficial. Este, en cambio, sí es fácilmente excavable.

La permeabilidad es media a baja en la formación sana, y alta en los suelos residuales.

Debido a la heterogeneidad de las litologías de este grupo, así como a la gran abundancia de elementos finos difícilmente compactables, no es recomendable utilizarlo como préstamo para la construcción de terraplenes.

Los taludes de excavación para alturas bajas y medias pueden tallarse con ángulos próximos a la vertical, pero dejando una cuneta amplia al pie del talud para recogida de derrubios, y además, disponiendo bermas cada cuatro metros en los taludes de mayor altura. También se hace necesaria la construcción de una cuneta de guarda en la parte alta de aquéllos.

## LUTITAS, YESOS, ARENISCAS Y CUARCITAS, (210).

**Litología.**— Está constituido este grupo por lutitas, yesos, areniscas y cuarcitas.

Las lutitas son compactas, hojosas, y tienen tonos rojizos y violáceos. Los yesos se encuentran cristalizados en forma de punta de lanza y en lentículas, y no se reconocen bancos o niveles estratigráficos, sino que se encuentran diseminados y embutidos entre el resto de los materiales que componen este grupo.

Las areniscas se disponen en niveles decimétricos, presentan un aspecto pizarroso y son de grano medio y fino. Las cuarcitas también aparecen en pequeñas capas decimétricas y tienen tonos blanquecinos y rojizos.

El único afloramiento donde se ha reconocido este grupo se localiza en la Hoja de Almendralejo (x: 729,0; y: 4299,5), y se observa en él una tinción rojiza general, debido a fenómenos de oxidación.

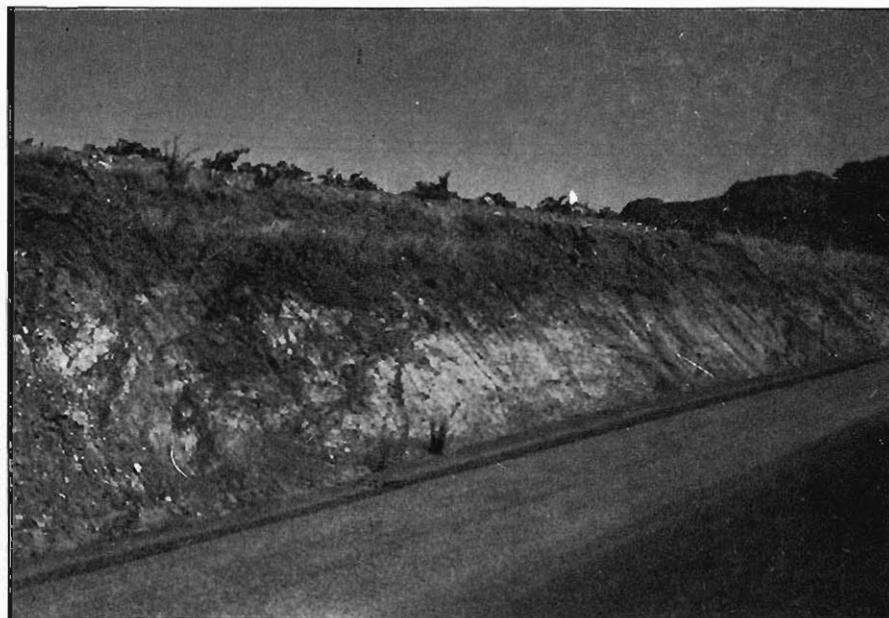


Foto 45.- Grupo 210. Talud de la nueva carretera de acceso a la presa de Alange desde la carretera N-630, en el que se reconocen las diferentes litologías mencionadas.

**Estructura.**— En las areniscas y lutitas se reconoce una marcada estratificación, con pequeños micropliegues que en ocasiones son anisométricos. Como estructuras sedimentarias aparecen ripples de oscilación y laminación paralela, tanto en las areniscas como en las lutitas. En ocasiones aparecen niveles ferruginosos en colores rojizos muy vivos.

Todo el afloramiento está muy tectonizado y fracturado, y se reconoce una gran falla que pone en contacto este grupo con el 121a.

**Geotecnia.**— El grupo en su conjunto debe ser considerado como ripable con muchas dificultades. La capacidad portante es de tipo medio. Es inadecuado como material de préstamo para coronación de terraplenes, aunque se podría utilizar para el núcleo de los mismos.

Debido a la presencia de yeso, será necesaria la utilización de cementos sulfatistas (tipo P-Y) en las obras de fábrica que estén en contacto con este grupo.

Los taludes de excavación para alturas bajas y medias no deberán tener una inclinación mayor de 1 H/1,5V. Deberá construirse una cuneta al pie del talud para la recogida de derrubios, que se producirán, con toda seguridad, a corto plazo. Dicha cuneta deberá limpiarse periódicamente para evitar el cegamiento de la misma, así como para que la acumulación de material no llegue a la carretera.

#### ARENISCAS, ARCILLAS Y CONGLOMERADOS, (321b).

Se ha definido en la Zona 4, dada su mayor representatividad en ella.

#### CONGLOMERADOS Y AGLOMERADOS ARCILLOSOS, (321d).

**Litología.**— Se compone este grupo de una serie de conglomerados y aglomerados formados por cantos calcáreos, cuarcíticos y de pizarras moderadamente redondeadas y lajasas, y por una matriz arcillosa rojiza, y plástica cuando está húmeda. El cemento, cuando existe, es de tipo carbonatado.

**Estructura.**— Dada la relativamente poca extensión de este grupo y la escasez de sus afloramientos, no se aprecia la estructura general de la formación. No obstante, se han observado en los escasos puntos en los que se ha reconocido el grupo, una estratificación horizontal, paleocanales, y cicatrices de erosión en la base de algunos bancos, así como granoselección positiva.



Foto 46.- Grupo 321d. Aspecto del mismo en la trinchera del canal del Lobón, hacia el final de éste.

**Geotecnia.**— Este grupo puede aprovecharse como material de préstamo, pero retirando previamente los clastos de tamaño inadecuado. En su conjunto es un material ripable, excepto en aquellas áreas donde exista una cementación carbonatada más intensa. La permeabilidad es baja, dada la presencia de la matriz arcillosa.

Los taludes de excavación podrán cortarse con ángulos de unos 50° en las áreas cementadas, pero deberán rebajarse hasta unos 30° e incluso menos, en las zonas donde dicha cementación sea poco significativa o no exista. La erosionabilidad de este grupo es moderada, aunque se recomienda una cuneta al pie del talud para la recogida de derrubios que se producirán a medio y largo plazo.

#### CARBONATOS LAMINARES, (321f).

Este grupo se ha definido en la Zona 4, dada su mayor representatividad en ella.

#### GRAVAS SUBANGULOSAS CON ARENAS ARCILLOSAS, (350).

Se ha definido en la Zona 4, debido a su mayor extensión en ella.

#### COLUVIAL DE ZARZA DE ALANGE, (C1).

**Litología.**— Este grupo está formado por gravas y limos arenosos. Las gravas son heterométricas y subangulosas, y están compuestas fundamentalmente por cantos cuarcíticos, aunque también se reconocen otros de naturaleza metamórfica e ígnea.

La matriz limosa y arenosa, con tamaños de grano medio a fino, se presenta con coloraciones pardas oscuras.

Superficialmente se reconoce una acumulación importante de cantos, debido al lavado de los elementos finos.

**Estructura.**— En algunos de los cortes naturales encontrados, se reconoce una estratificación con una ligera pendiente, de unos 10°, hacia el Noroeste.

También existen algunas alternancias de material fino, sin cantos, dispuestas a modo de lentejones dentro del conjunto masivo.

**Geotecnia.**— Este grupo se considera ripable en su totalidad. La capacidad portante del mismo debe considerarse baja, y puede haber áreas encharcadas en zonas llanas, dada la cantidad de elementos finos que posee. Por la elevada proporción de finos que tiene este grupo, no es aconsejable utilizarlo como material de préstamo, dado que es un material difícilmente compactable, que puede sufrir, además, erosiones internas importantes.



Foto 47.- Grupo C1. Aspecto superficial del grupo y corte artificial del terreno en las proximidades de Zarza de Alange.

#### COLUVIAL DE LAS MAJADILLAS, (C2).

Este coluvial es similar al coluvial del embalse de Cornalbo, definido en la Zona 1.

#### COLUVIAL DE LAS CACERIAS, (C3).

**Litología.**— Este grupo se compone de arcillas arenosas, algo limosas, y de cantos esporádicos. Las arcillas arenosas son algo plásticas, tienen coloraciones marrones, y son dominantes sobre los cantos. Estos últimos se presentan aislados y son fundamentalmente de naturaleza cuarcítica. El porcentaje aproximado de matriz con respecto al volumen total, se estima en un 80-90%. En superficie se reconoce un enriquecimiento de cantos, debido al lavado de finos.

**Estructura.**— Este grupo se presenta con una estructura masiva, sin selección, y son interpretables como depósitos en mantos de arroyada.

**Geotecnia.**— Los materiales de este grupo se excavan con facilidad. Poseen una baja capacidad portante, y son materiales inadecuados como préstamos para



Foto 48.- Grupo C3. Aspecto que presenta este coluvial en una excavación para captación de agua subterránea.

carreteras, debido al alto porcentaje de elementos finos, que son además difícilmente compactables y plásticos.

Se encharcan fácilmente en áreas llanas y se erosionan y degradan rápidamente a corto plazo. Además sufren deslizamientos generalizados, si se cortan con ángulos superiores a los 25°.

#### COLUVIAL DE LA SIERRA DE SAN SERVAN, (C4).

**Litología.**— Este grupo está formado por gravas y arenas limosas. Las gravas son muy angulosas, de naturaleza fundamentalmente cuarcítica, y con tamaños variables, desde gravas a bloques. Las arenas limosas se disponen a modo de matriz, aunque en superficie ésta no existe, debido al lavado tan intenso que han sufrido estos elementos.

**Estructura.**— Se disponen estos materiales en las laderas de las sierras cuarcíticas, con pendientes elevadas (de 30° a 32°), formando canchales y aludes de piedras, aunque en ocasiones se recubren de un suelo vegetal que cubre y protege parcialmente de la erosión a los elementos subyacentes.

**Geotecnia.**— Es un material ripable en los elementos de menor tamaño. Los bloques de gran volumen, que pueden llegar hasta 1.5 m<sup>3</sup>, no son ripables y deberán removilizarse mediante voladuras. Son materiales permeables en superficie, y semipermeables en profundidad. No son adecuados como préstamos, ya que se hace necesaria una selección previa del material, debido al tamaño tan heterogéneo de los clastos, que encarecería notablemente el producto final.



Foto 49.- Grupo C4. Aspecto de sus materiales en una excavación realizada al Sur del castillo de Alange.

Estos depósitos se remobilizan con relativa facilidad, estando en equilibrio estricto en las condiciones actuales ( $30^{\circ}$ - $32^{\circ}$ ), por lo que si se excavan con ángulos superiores a los indicados, se produce casi con seguridad su deslizamiento.

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

**Litología.**— La terraza baja del río Matachel está formada por cantos subredondeados y por una matriz areno-limosa. Los cantos son de tamaños heterométricos y de procedencia muy diversa, aunque predominan los clastos de naturaleza cuarcítica. También se han reconocido cantos de materiales metamórficos y algunos otros de origen plutónico.

**Estructura.**— En los escasos cortes del terreno detectados, se ha reconocido una cierta granoselección positiva (disminución del tamaño de cantos de abajo a arriba), así como algunas estratificaciones cruzadas, siempre dentro de una disposición estructural horizontal.



Foto 50.- Grupo T1. Aspecto que presenta la terraza del río Machel. Obsérvense las diversas granulometrías presentes.

**Geotecnia.**— Los materiales que componen este grupo son fácilmente ripables. Su capacidad portante debe considerarse de tipo medio, y tienen una permeabilidad adecuada. Estos materiales pueden utilizarse para núcleo y coronación de terraplenes, y los clastos más gruesos pueden servir como áridos silíceos de machaqueo.

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

**Litología.**— Este grupo lo componen gravas subredondeadas y arenas limosas. Las gravas están formadas principalmente por cantos de naturaleza cuarcítica, y por clastos metamórficos y plutónicos. Poseen una forma subredondeada y redondeada, y tienen tamaños variables, desde 2 a 3 cm hasta un máximo de 25 cm. La matriz es arenosa y limosa, con gránulos de tamaño fino y coloraciones en tonos ocre o pardo.

**Estructura.**— Este tipo de depósito posee una estructura subhorizontal, aunque a nivel de afloramiento se puede reconocer una cierta orientación de cantos así como estratificaciones cruzadas de bajo ángulo.



Foto 51.- Grupo A2. Aspecto superficial de los materiales del aluvial.

**Geotecnia.**— Los materiales de este grupo se excavan con facilidad. Son permeables y tienen una capacidad portante media. Son depósitos que podrían utilizarse como material de préstamo, eliminando aquellos clastos de mayor tamaño que no se ajusten al Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

En avenidas, los materiales del cauce pueden sufrir removilizaciones importantes, por lo cual deberán estudiarse los efectos que estos procesos puedan originar en los apoyos de futuros puentes.

### 3.5.5. Grupos geotécnicos

Las distintas formaciones que componen la Zona 5 pueden agruparse, en función de sus características geotécnicas, en los siguientes grupos.

— Grupo A: Materiales cuaternarios cohesivos.— Son materiales constituidos fundamentalmente por elementos finos (arcillas y limos), que pueden contener algo de arenas, así como algunas gravas. Presentan una cierta plasticidad, y son impermeables y encharcables. En ocasiones pueden producirse colapsos. La capacidad portante es baja, y se pueden excavar y reparar fácilmente. Se incluyen en este Grupo las formaciones C3 y C2.

— Grupo B: Materiales cuaternarios no cohesivos.— Son depósitos que están formados principalmente por materiales granulares, aunque pueden tener un cierto contenido en limos y arcillas. En general, la capacidad portante será de tipo medio y su ripabilidad será alta.

Son formaciones que se erosionan con relativa facilidad, y los taludes de excavación efectuados en estos grupos pueden presentar problemas en cuanto al

mantenimiento de los mismos. Los materiales de estas unidades son permeables. A este Grupo pertenecen las formaciones A2, T1, C4, C1 y 350.

— Grupo C: Materiales arcilloso-carbonatados.— Estos materiales son impermeables en superficie, y su capacidad portante es baja. Son excavables y se ripan con facilidad. En áreas llanas pueden dar lugar a encharcamientos importantes. A este Grupo pertenece la formación 321f.

— Grupo D: Materiales detríticos y detrítico-arcillosos.— Las formaciones de este grupo poseen una permeabilidad baja, por lo que pueden dar lugar a importantes encharcamientos. Los materiales tienen una capacidad portante baja en superficie, y son ripables. Los taludes de excavación se erosionan con facilidad, a corto y medio plazo. Se incluyen en este Grupo las formaciones 321d y 321b.

— Grupo E: Materiales con cierta proporción de yesos.— A lo largo del Tramo sólo se ha reconocido la existencia de un pequeño afloramiento con contenido apreciable en yesos. Es la formación 210. En ella es necesario el empleo de cementos sulfurresistentes. Los taludes de excavación para alturas bajas deberán cortarse con ángulos no mayores de 45°.

— Grupo F: Formaciones rocosas, troceadas y pizarrosas.— Constituyen la mayor parte de los afloramientos rocosos de las sierras. Presentan, en superficie y en la zona de alteración, una permeabilidad tolerable, pero en profundidad son impermeables. La capacidad portante es de tipo bajo en la zona de alteración, y es alta en las formaciones sanas. La ripabilidad es alta en los niveles superficiales, pero disminuye con la profundidad.

En los taludes de excavación pueden originarse importantes deslizamientos planos a favor de la esquistosidad o de la estratificación. Estas formaciones también pueden dar lugar, en zonas concretas, a notables desprendimientos. En este Grupo se incluyen las formaciones 141b, 141a, 121a, 111a, 010b y 010a.

— Grupo G: Formaciones silíceas compactas.— Presentan importantes desprendimientos en áreas acantiladas. Los materiales no son ripables y poseen una elevada capacidad portante. Podrían ser utilizables como material de préstamo, y son impermeables debido a su propia composición, aunque en áreas tectonizadas existe una permeabilidad media por fisuración. Pertenecen a este Grupo las formaciones 121c, 121b y 002.

— Grupo I: Formaciones intrusivas compactas.— Los recubrimientos presentes sobre estas formaciones poseen una baja capacidad portante y una ripabilidad alta. La permeabilidad es baja y pueden producirse encharcamientos. Las formaciones sanas son impermeables, tienen una elevada capacidad portante, y no son ripables. En este Grupo se incluyen las formaciones 001g, 001c y 001b.

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

Los principales problemas geotécnicos que se pueden presentar en esta Zona 5 son los desprendimientos en áreas acantiladas, y los deslizamientos planos a favor de la estratificación, que se pueden producir en taludes de excavación, y si éstos se efectúan en materiales con buzamiento desfavorable (hacia la carretera). También pueden producirse deslizamientos importantes en los coluviales cuaternarios.



Foto 52.- Aspecto que presenta la vertiente meridional de la sierra de Peñas Blancas, antes del anegamiento producido por el Embalse de Alange.

Problemas de capacidad portante se originan tanto en los importantes recubrimientos que enmascaran a buena parte de las formaciones paleozoicas, como en algunos de los depósitos cuaternarios arcillosos.

Otros problemas geotécnicos vienen derivados de los encharcamientos que se producen en algunas de las formaciones de la Zona, y que dan lugar a una disminución de la resistencia superficial de aquéllas.

La erosionabilidad de determinadas formaciones puede dar lugar a que se aterre la calzada de la carretera, por lo que es recomendable construir cunetas en aquellos grupos que pueden sufrir importantes procesos erosivos (grupos 321b, C2 y C3 principalmente).

Problemas de inundaciones, y de erosiones profundas de cauces, se producen mayoritariamente en los grupos aluviales de la Zona, pudiendo dejar al descubierto las cimentaciones superficiales de las estructuras. Es recomendable, por tanto, disponer aquéllas por debajo del nivel de erosión calculado.

## 4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

### 4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

Aunque en la mayor parte del Tramo estudiado no existen problemas de índole topográfica, sí existen algunas áreas en que aquéllos son patentes.

Como zonas elevadas del área estudiada, cabe destacar las Sierras del borde Sureste del Tramo (Sierras de Peñas Blancas y San Serván, entre otras). La mayor altura topográfica se sitúa en la Sierra de Peñas Blancas, con 655 m, le sigue el vértice geodésico de San Serván, con 608 m, y el vértice de la Grajera con 526 m. Otras áreas también elevadas, aunque de menor altura topográfica, se corresponden con el vértice de Castillo de Alange, con 485 m, y el vértice de Calvario con 451 m, en la Sierra de Juan Bueno.

Las diferencias de altura entre las cimas de las Sierras y las áreas más o menos llanas situadas al pie de aquéllas, pueden ser de hasta 300 m en la Sierra de Peñas Blancas, de unos 250 m en la Sierra de San Serván, y de alturas más bajas, de unos 150 m, en otras sierras menores. Estas diferencias de alturas, además, ocurren en distancias relativamente cortas, por lo cual las pendientes que poseen estas sierras son muy acusadas y dificultan enormemente la construcción de carreteras.

Al Noreste del Tramo, se reconocen las estribaciones meridionales de Sierra Bermeja, y aunque las alturas topográficas en esta parte de la misma no son muy elevadas (unos 400 m de altura máxima), más al Noroeste llegan a alcanzar los 543 m. Esta diferencia de cota condicionará el trazado de carreteras por este área.

Desde las estribaciones de Sierra Bermeja hasta la vega del río Guadiana, los desniveles son realmente bajos (desde unos 300 m hasta unos 200 m) y las pendientes además son bastante tendidas, por lo que en principio los accidentes condicionantes del trazado de carreteras se reducen a las esporádicas lomas que existen en este área y que pueden tener desniveles de unos 100 m respecto a los llanos circundantes.

Tanto la vega del Guadiana como la zona de llanura localizada en la margen derecha del río, no presentan problemas topográficos. Solamente en la vertiente norte de los depósitos terciarios, en el contacto con la llanura del río Alcazaba, existe una diferencia de cota de unos 40 m y con una morfología acantilada.

Los pequeños cerros del Sur de Lácara (Loma de Casarente), con desniveles máximos entre la cima y las llanuras de unos 40 m, no impiden el trazado de carreteras, toda vez que tienen laderas con pendientes tendidas, y sólo en algunos casos se pueden reconocer perfiles longitudinales algo más acusados (de unos 20°).

El mismo aspecto topográfico presentan los pequeños cerros situados al Oeste del Tramo, en la frontera con Portugal. La máxima altura en este área la alcanza el

cerro Malpica, con 215 m, y con un desnivel de unos 40 m respecto al llano, aunque con pendientes tendidas (de 15° a 20°).

Los depósitos terciarios y rañoides de la margen izquierda del río Guadiana, que ocupan una gran extensión superficial al Sur del Tramo, poseen unos desniveles medios respecto de la vega de unos 50 m. Sin embargo, las pendientes de las laderas son bajas, en torno al 10%, y los problemas topográficos en cuanto a dificultad de enlace desde los valles hasta las partes altas de los cerros, quedan minimizados si se aprovechan las vaguadas que discurren en dirección al Sur y al Suroeste, y que alcanzan las partes altas con pendientes longitudinales muy tendidas.

#### 4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS

Los problemas geomorfológicos que se pueden presentar en cada una de las Zonas consideradas son los que a continuación se describen.

En la Zona 1, correspondiente al área de Mérida, los problemas geomorfológicos se circunscriben a las dificultades de salvar algunos asomos rocosos, de naturaleza fundamentalmente granítica, así como algunos de los cerros y lomas de pequeño desarrollo longitudinal y poca altura que se localizan al Oeste de la ciudad. La existencia de los asomos rocosos y de los cerros y lomas antedichas, puede obligar a efectuar algunos desmontes sobre ellas, y dado que la mayor parte de la zona se encuentra cubierta por suelos de alteración o eluvio-coluviales más o menos potentes, la excavación de los mismos puede favorecer su posterior erosión y arrastre hacia la futura carretera.

Localmente, puede ser necesario excavar algún afloramiento granítico para construir la explanación de futuras carreteras; en este caso, deberá preverse la existencia de piedras caballerías sueltas, que pueden llegar a desplomarse, en un futuro, sobre la carretera.

La Zona 2 comprende los amplios afloramientos terciarios del Norte de Montijo, constituidos mayoritariamente por la «Facies Lobón». Los problemas geomorfológicos de esta Zona son puntuales, dado que el relieve se encuentra peneplanizado, y los escasos afloramientos rocosos de materiales paleozoicos o precámbricos que existen, no suponen obstáculos a la construcción de carreteras.

En las áreas de paso de ríos o arroyos, deben dimensionarse generosamente las obras de fábrica y de drenajes, para evitar el aterramiento o inundación de la carretera en épocas de avenidas.

La Zona 3 comprende la amplia vega del río Guadiana. La construcción de la carretera sobre esta Zona no tiene problemas geomorfológicos importantes. Sólo a medio y largo plazo y dada la dinámica fluvial que presenta el río Guadiana, pueden originarse problemas en cuanto a procesos erosivos y zapados basales, cambios de curso, estrangulamiento de meandros, y otros, que pueden afectar a las carreteras que discurren próximas a los cauces principales.

En ocasiones, el enlace de la vega baja del río con las terrazas intermedias, se realiza por medio de desniveles importantes, que pueden llegar a los 10 m en recorridos cortos, pudiendo ser en ocasiones auténticos cantiles de erosión.

La Zona 4 corresponde a los amplios depósitos terciarios de las «Facies Badajoz y Almendralejo» localizados en la margen izquierda del río Guadiana.

El relieve de esta Zona es alomado, con cerros de cimas planas o redondeadas, vaguadas amplias en artesa o de fondo plano, con pendientes longitudinales y transversales bajas, y con desniveles de moderados a bajos (en general menores de 50 a 60 m) entre las cimas de las lomas y los fondos de vaguada. La red de drenaje que discurre por la Zona se dispone con dirección SE-NO, aunque también existen otros cursos con dirección S-N. En general y en casi todos los casos, los arroyos y ríos presentan depósitos de aluvión y terrazas de naturaleza grosera, aunque superficialmente suele existir un nivel de limos de inundación de espesor variable. El enlace entre la vega del río Guadiana y las zonas altas de los depósitos terciarios, se realiza con pendientes acusadas (en torno a los 25°) aunque con desniveles no muy elevados (20 a 40 m). Las amplias llanuras aluviales de los ríos que discurren por la Zona, deben considerarse como áreas preferentes de situación de carreteras, dadas las favorables condiciones morfológicas que poseen.

Si por cualquier circunstancia fuera necesario recortar los depósitos terciarios, debe tenerse en cuenta los suelos de recubrimiento que éstos presentan y que pueden erosionarse fácilmente. También pueden producirse deslizamientos en las formaciones terciarias si éstas se tallan con inclinaciones medias (mayores de 25°).

La denudación y el desmantelamiento de los depósitos terciarios por la acción de la arroyada, puede llegar a afectar a la carretera. Por tanto, deben sobredimensionarse las obras de drenaje que existan en la Zona, para así dar salida a los derrubios producidos.

La Zona 5 es la que posee un relieve más acusado de todas las consideradas. La disposición estructural de las Sierras de San Serván y de Peñas Blancas, entre otras, está condicionada por la tectónica. Las alineaciones generales de las mismas son de WNW a ESE. Al pie de los relieves principales se reconocen importantes depósitos coluviales constituidos por grandes bloques y bolos procedentes de las sierras y con una matriz arenosa. En muchas ocasiones dichos depósitos se encuentran con su pendiente natural en equilibrio estricto, por lo que basta que cambien las condiciones naturales o bien que se efectúe una excavación en ellos para que se produzca un deslizamiento en masa.

En los afloramientos rocosos pueden generarse desprendimientos importantes, como consecuencia de la abundancia de fracturas, diaclasas y fallas que fragmentan la roca en bloques.

Si es necesario recortar estos afloramientos para la construcción de las carreteras, deberá contarse con la posibilidad de descalzar bloques que pueden desprenderse en el futuro y afectar a la calzada.

#### **4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS**

Dentro de los problemas geotécnicos que presenta el Tramo, los que tienen una mayor importancia son los siguientes:

a) Los problemas de desprendimientos y desplomes se localizan en áreas de asomos rocosos acantilados, donde la existencia de un diaclasado profundo deja bloques separados que pueden caer o rodar por las pendientes. En zonas localizadas pueden resultar afectadas masas de volumen elevado.

Los grupos afectados por este tipo de problemas son los siguientes: 121c, 121b y, puntualmente, el grupo 002.

b) Los problemas derivados de deslizamientos planos, bien a favor de la estratificación o de la esquistosidad, bien a favor del diaclasado, se pueden presentar en aquellas formaciones en que los materiales afloran con un buzamiento importante (en general mayor de 40°), y donde, al efectuar una excavación, se produce un descalce de capas, dando lugar al movimiento. Este tipo de problemas puede aparecer en los grupos 141b, 141a, 121a, 112a, 111b, 111a, 010b y 010a.

c) Deslizamientos y corrimientos superficiales se pueden producir en formaciones que tienen un cierto contenido en finos (limos y arcillas), pendientes no muy elevadas (25°-30°), y ciertas condiciones de humedad. Las variaciones estacionales y los procesos de humectación y desecación favorecen los deslizamientos. Este tipo de problemas se puede producir en los grupos siguientes: V2, V1, C5, C3, C2, 321c, 321b y 321a.

d) Problemas de erosión y arrastres de material se producen en formaciones no consolidadas, o bien en los recubrimientos de materiales rocosos, cuando existe una cierta inclinación en los mismos, y donde los agentes erosivos externos (lluvia, hielo, viento, etc.), pueden actuar libremente sobre los materiales.

Estos problemas se producen en las formaciones siguientes: W, V2, V1, T3, T2, T1, C5, C4, C3, C2, C1, 350, 321f y 321e.

e) Los problemas derivados de la baja capacidad portante, que incluyen los asientos retardados en las estructuras y obras de fábrica sobrepuestas, pueden producirse en las formaciones no consolidadas. Esto no quiere decir que en la totalidad de la superficie la capacidad portante sea baja, sino que existe riesgo de que, en una parte mayor o menor de su superficie, haya un descenso de la resistencia superficial. Las formaciones afectadas por este tipo de problemas son las siguientes: W, A4, A1, V2, V1, C5, C3 y C2, así como los recubrimientos limo-arcillosos de las formaciones rocosas.

#### 4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

Son varios los posibles corredores que se pueden contemplar en este Estudio Previo (ver figura 4, esquema de corredores sugeridos).

Como trazados Este-Oeste son posibles dos corredores. Uno que, siguiendo la carretera N-V, enlazaría Mérida con Badajoz. En este corredor existen dos puntos con accidentes morfológicos. Uno la subida a las lomas de Mérida, en la margen izquierda del río Guadiana, una vez atravesado éste, y otro, la subida desde la vega del río hasta los niveles superiores terciarios en la población de Lobón. Estos puntos conflictivos, sin embargo, no impiden el trazado, aunque sí obligan a efectuar algunos desmontes de altura media, así como el terraplenado oportuno para poder suavizar las pendientes longitudinales. Salvo estas zonas concretas, el resto del trazado no ofrece mayores dificultades.

El otro corredor de dirección Este-Oeste podría ser el que partiendo de una variante por el Norte de Mérida, se dirigiese hacia los pueblos de la vega del Guadiana por la margen derecha, siguiendo la comarcal 537, para enlazar con la carretera N-523, a la altura de Gévora, ya fuera del Tramo. En este corredor existe un punto conflictivo que es el cerro Carija, ya que para mantener un trazado sin

excesivas curvas de radio reducido, sería necesaria la ejecución de desmontes de cierta altura. Una vez salvada esta pequeña dificultad, el resto del trazado es llano y sin problemas.

Otros corredores, Norte-Sur o Noroeste-Sureste, se encuentran repartidos a lo largo del Tramo.

El enlace de Mérida con Almendralejo se puede efectuar, sin accidentes morfológicos, por la actual carretera N-630. También puede ser utilizable como alternativa de trazado al de la N-630, la carretera local que partiendo desde la carretera N-V se dirige hacia Arroyo de San Serván, y desde aquí llega a Almendralejo, y por la carretera N-630 a Villafranca de los Barros.

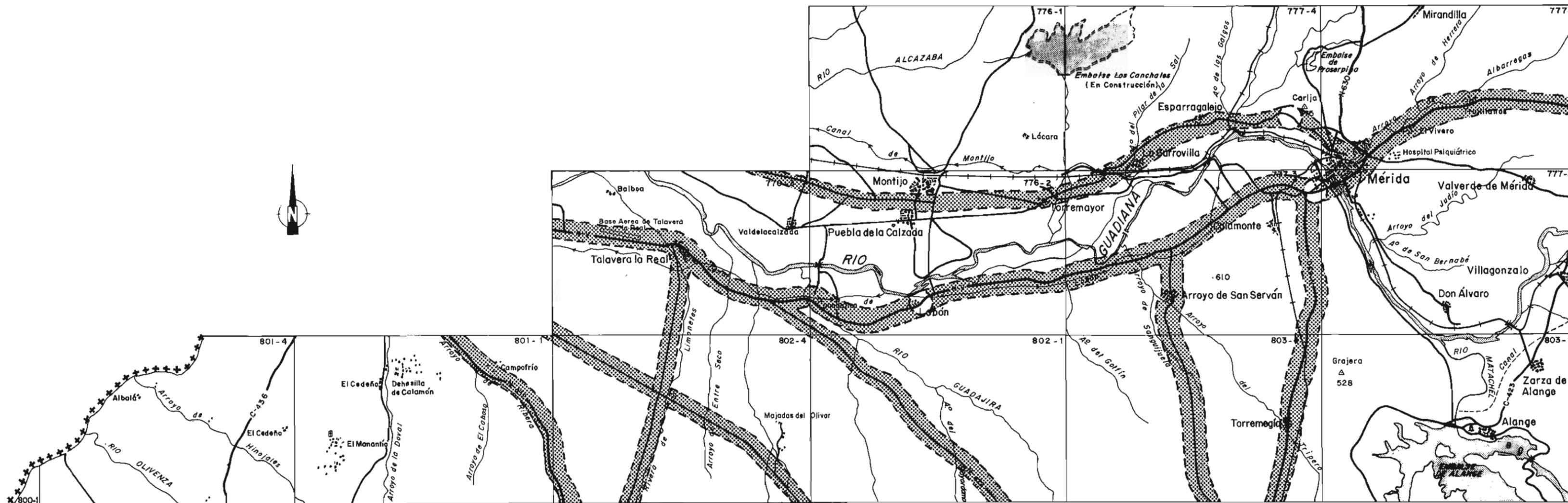
Otro posible enlace alternativo entre la carretera N-V y Almendralejo, puede ser la carretera local que partiendo de Talavera la Real se dirige, por la Rivera de los Limonetes, hasta La Albuera, y desde aquí hasta Santa Marta por la carretera N-432, enlazando en esta población con la carretera C-423 que se dirige hasta Almendralejo.

El enlace entre Badajoz, al Noroeste, y Almendralejo, al Sureste, se puede realizar por varios corredores. El primero podría ser aquél que partiendo desde Badajoz por la carretera N-432, llegaría hasta Almendralejo, después de atravesar Santa Marta, Villalba de los Barros y Aceuchal, que quedan al Sur y fuera del Tramo estudiado.

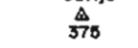
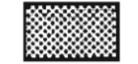
Otro corredor posible entre Badajoz y Almendralejo, podría ser aquel que sigue la carretera local de Corte de Peleas hasta Villalba de los Barros, fuera ya del Tramo, y desde aquí podría enlazar con Almendralejo por la carretera comarcal 423.

Por último, el corredor más aconsejable entre Badajoz y Almendralejo es el que discurre, en primer lugar, desde la capital de provincia hasta Talavera la Real, y a unos 5 km de esta última población, sigue la actual carretera N-422, dirigiéndose, en primer lugar, a Solana de los Barros y desde aquí a Almendralejo.

Todos los corredores de trazado Noroeste-Sureste, no presentan ningún tipo de problemas de índole topográfica o morfológica, por lo que parece que cualquiera de los trazados escogidos podría servir como vía principal de enlace entre Badajoz y Almendralejo.



**LEYENDA:**

-  Ferrocarril
-  Carretera radial
-  Carretera nacional
-  Carretera comarcal
-  Río o arroyo
-  Río principal
-  División de los cuadrantes de las hojas a Esc-1/50000
-  Población
-  Vértice geodésico
-  Límite fronterizo
-  Carredares sugeridas
-  Tramos con problemas morfológicos

**FIG. 4: ESQUEMA DE CORREDORES SUGERIDOS**

## **5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS**

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

En este capítulo 5 no se realiza un análisis exhaustivo de los yacimientos susceptibles de aprovechamiento en el Tramo, ya que dicho análisis desbordaría, por su amplitud y metodología especial, el alcance de los Estudios Previos de Terrenos. Sin embargo, sí se ha considerado conveniente presentar, de forma ordenada, la información recogida sobre los yacimientos detectados en el Tramo con motivo de la realización del presente Estudio Previo. Esta información, sin corresponder a un trabajo sistemático, sí puede ser útil como punto de partida para futuros trabajos de prospección y explotación de yacimientos.

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

### **5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS**

Los yacimientos rocosos, que han sido o están siendo objeto de explotación en el Tramo, son de origen muy diverso. Los materiales de naturaleza carbonatada (calizas recristalizadas y mármoles, fundamentalmente) están siendo intensamente aprovechados como áridos de machaqueo para hormigones asfálticos. Las principales explotaciones activas se localizan en el cerro Carija (Hoja topográfica de Mérida). Otras canteras se han reconocido al Sur de la población de Lácara, en la Hoja de Montijo, aunque estas últimas se encuentran actualmente abandonadas.

Materiales metamórficos silíceos (cuarcita armoricana) se explotaron al Norte de Montijo, en el cerro Centinela, para su uso como piedra de construcción. Dichos materiales podrían también utilizarse como árido silíceo de machaqueo para el firme de carreteras, aunque deberán efectuarse ensayos mecánicos y físicos para determinar sus propiedades y comprobar que cumplen el Pliego de Prescripciones Técnicas para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), sobre todo en cuanto a adhesividad al betún.

Explotaciones en materiales subvolcánicos (gabros), sólo se ha reconocido una en la Hoja de Olivenza. En dicha explotación sólo se ha reconocido una serie de calicatas y un pequeño socavón, y parece ser que los productos extraídos fueron utilizados como piedra de construcción para abastecimiento local. Los materiales de este afloramiento podrían utilizarse para áridos de machaqueo, pero como en el caso anterior, deberían comprobarse sus propiedades geotécnicas para determinar su calidad.

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

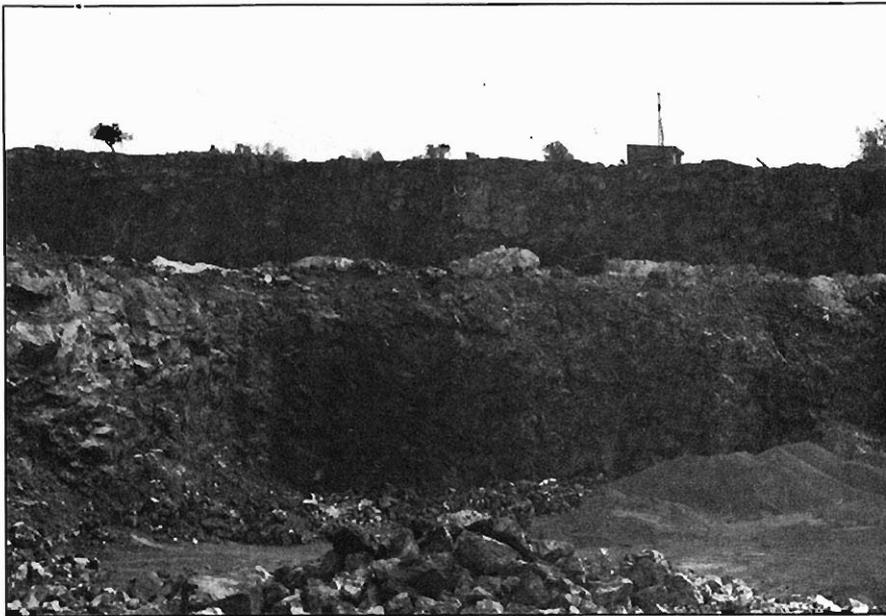


Foto 53.- Cantera activa en el cerro Carija, que aprovecha las calizas cristalinas del Grupo 112b.

### 5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

Son muy numerosas las explotaciones de materiales granulares (gravas y arenas, fundamentalmente) que se encuentran repartidas por el Tramo. La mayor parte de ellas se encuentran en actividad actualmente.

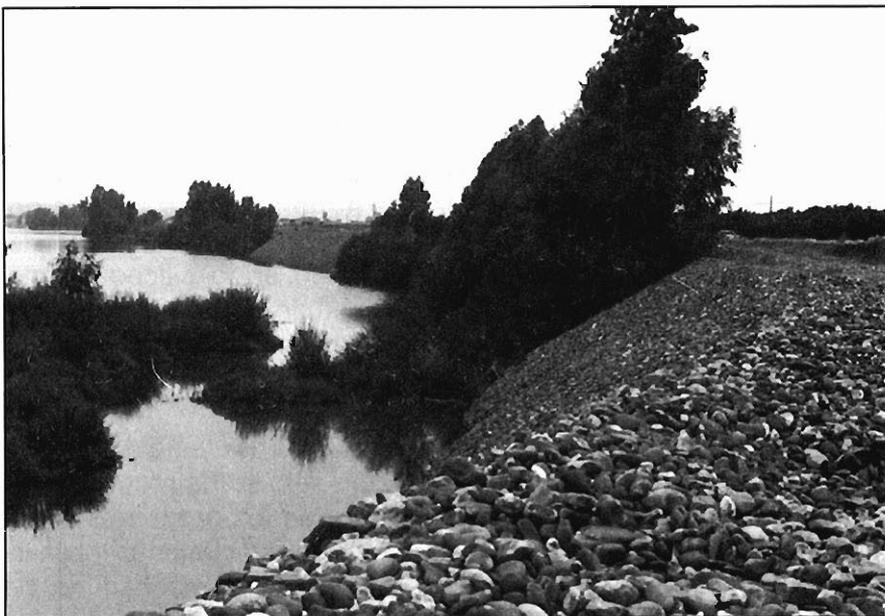


Foto 54.- Acopios de material en una de las graveras del río Guadiana.

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

El mayor número de explotaciones se concentra en el aluvial y terraza baja del río Guadiana, aunque existen otras localizadas en las terrazas superiores (T1 y T2) del mismo río.

En el cuadro-resumen de yacimientos granulares viene reflejada una gran parte de las explotaciones detectadas con motivo del presente Estudio Previo. Sin ser una relación exhaustiva de explotaciones, sí da una idea de la intensa actividad extractiva existente en el Tramo.

Aunque el espesor de los depósitos granulares no es muy elevado (en torno a los 5 ó 6 m), la ocupación de una amplia extensión superficial hace que posean unas reservas prácticamente ilimitadas.

Sólo se ha detectado una explotación, en la Hoja de La Albuera, que se beneficia de un arenoso sin prácticamente gravas y con un cierto contenido en material fino (limos y arcillas). Esta explotación se beneficia de los niveles superficiales de alteración (V2) que se encuentran sobre los sedimentos terciarios.

Algunos ensayos efectuados en los materiales del aluvial y la terraza baja del río Guadiana, han arrojado los siguientes resultados:

— Análisis granulométrico:	Aluvial (A3)	Terraza (T3)
% que pasa por el tamiz de 4"	100	100
de 2"	100	60
de 1"	100	40
de ½"	100	28
de ¼"	98	24
nº 4	98	23
nº 10	96	22
nº 40	80	18
nº 60	40	10
nº 100	16	5
nº 200	6	2
— Densidad aparente:	1,549 gr/cm <sup>3</sup>	1,895 gr/cm <sup>3</sup>

Algunas determinaciones en el contenido de sulfatos en estos materiales han dado resultado positivo. Como no se especifica el porcentaje correspondiente, será necesario efectuar los análisis químicos pertinentes, en orden a determinar dicho porcentaje, por si fuera necesario utilizar cementos sulforresistentes.

#### 5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

Dado el carácter de este Estudio Previo, no se han definido específicamente los posibles yacimientos de préstamos. No obstante, pueden tomarse en consideración, para este fin, los distintos materiales que componen los grupos citados a continuación: C1, C4, T1, T2, T3, V1 y A3. En ellos es previsible encontrar suelos adecuados y seleccionados con un índice C.B.R. probablemente mayor de 10.

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

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

En el Tramo estudiado son muy numerosos los yacimientos que se pueden considerar aprovechables para su uso en futuras carreteras. Entre ellos pueden destacarse los grupos siguientes: 001a, 001b, 001c, 001e, 001f, 001g, 111b, 112b, 121c, 350, C4, T1, T2, T3 y A3. En todos ellos es presumible encontrar materiales aprovechables que cumplan el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes.

Especial atención merecen, por su fácil accesibilidad y volumen aprovechable, los yacimientos localizados en el entorno de Mérida, los situados en el aluvial y terraza baja del río Guadiana, y la terraza superior situada en las proximidades del vertedero de residuos sólidos urbanos de Badajoz, en El Manantío. Esta terraza se encuentra sin explotar actualmente y tiene un volumen de reservas importante.

**CUADRO-RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS**

Mapa Topográfico Nacional		Coordenadas U.T.M.		Tipo de Material	Grupo Litológico	Estado Actual de la Explotación
Hoja Nº	Nombre	X	Y			
776	Montijo	7 <sub>07.6</sub>	43 <sub>11.7</sub>	Cuarcitas	121c	Abandonada
776	Montijo	7 <sub>07.9</sub>	43 <sub>11.6</sub>	Cuarcitas	121c	Abandonada
776	Montijo	7 <sub>12.3</sub>	43 <sub>11.0</sub>	Mármoles	111b	Abandonada
777	Mérida	7 <sub>19.4</sub>	43 <sub>12.5</sub>	Calizas	112b	Activa
777	Mérida	7 <sub>28.0</sub>	43 <sub>13.9</sub>	Calizas	112b	Activa
777	Mérida	7 <sub>28.5</sub>	43 <sub>14.9</sub>	Calizas	112b	Abandonada
800-801	Olivenza	6 <sub>85.5</sub>	42 <sub>96.6</sub>	Gabros	001g	Abandonada

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

CUADRO-RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES

Mapa Topográfico Nacional		Coordenadas U.T.M.		Tipo de Material	Grupo Litológico	Estado Actual de la Explotación
Hoja Nº	Nombre	X	Y			
776	Montijo	693.3	4304.0	Gravas y arenas	T2	Activa
776	Montijo	693.4	4308.9	Gravas y arenas	A3	Activa
776	Montijo	695.5	4306.9	Gravas y arenas	A3	Activa
776	Montijo	705.8	4304.0	Gravas y arenas	T3	Activa
776	Montijo	706.4	4304.7	Gravas y arenas	T3	Activa
776	Montijo	712.7	4311.0	Gravas y arenas	C1	Abandonada
777	Mérida	720.4	4309.7	Gravas y arenas	T3	Activa
777	Mérida	722.7	4309.7	Gravas y arenas	T3	Abandonada
777	Mérida	729.3	4305.5	Gravas y arenas	T3	Abandonada
777	Mérida	729.5	4305.5	Gravas y arenas	T3	Abandonada
777	Mérida	731.7	4307.9	Gravas y arenas	T3	Activa
777	Mérida	739.8	4302.3	Gravas y arenas	A3	Activa
777	Mérida	740.9	4306.6	Gravas y arenas	T3	Activa
777	Mérida	741.0	4304.5	Gravas y arenas	A3	Activa
777	Mérida	742.5	4308.0	Gravas y arenas	A3	Abandonada
777	Mérida	743.5	4308.6	Gravas y arenas	A3	Activa
777	Mérida	743.5	4310.0	Gravas y arenas	A3	Activa
800-801	Olivenza	665.5	4298.0	Gravas y arenas	T2	Abandonada
800-801	Olivenza	667.1	4299.1	Gravas y arenas	T2	Abandonada
800-801	Olivenza	680.2	4297.6	Gravas y arenas	T1	Abandonada
802	La Albuera	694.1	4300.3	Gravas y arenas	T1	Abandonada
802	La Albuera	701.1	4301.0	Arenas	V2	Abandonada

## 6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALIA MEDINA, M. (1963).— «Rasgos estructurales de la Baja Extremadura». Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, (Geol.), 1. pp. 247-262.
- GONZALO, J.C. (1989).— «Litoestratigrafía y Tectónica del basamento en el área de Mérida (Extremadura Central)». Boletín del Instituto Tecnológico Geominero de España. Volumen 100, nº 1, pp. 48-72.
- HERNANDEZ PACHECO, F. (1952).— «Característica general del Terciario continental de la llanura del Guadiana». Notas y Comunicaciones, IGME, nº 25, pp. 25-71, Madrid.
- HERNANDEZ PACHECO, F. (1960).— «El Terciario continental de Extremadura». Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, nº 58, pp. 241 a 274.
- HERRANZ, P., SAN JOSE, M.A., PELAEZ PRUNEDA, J.R. Y VILAS MINONDO, L. (1973).— «Características geológicas, hidrogeológicas e hidroquímicas de los alrededores de Villanueva de la Serena y Don Benito (Badajoz)». C.S.I.C.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1974).— «Mapa de Rocas Industriales nº 59 (Villarreal-Badajoz), escala 1/200.000». Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1987).— «Mapa Geológico de España nº 59 (Villarreal-Badajoz), escala 1/200.000». 2ª ed. Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1954).— «Memoria explicativa de la Hoja nº 776 (Montijo), escala 1/50.000». 1ª serie. Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1955).— «Memoria explicativa de la Hoja nº 777 (Mérida), escala 1/50.000». 1ª serie. Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1988).— «Memoria explicativa de la Hoja nº 800-801 (Olivenza), escala 1/50.000». 2ª serie, MAGNA. Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1988).— «Memoria explicativa de la Hoja nº 802 (La Albuera), escala 1/50.000». 2ª serie, MAGNA. Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1988).— «Memoria explicativa de la Hoja nº 803 (Almendralejo), escala 1/50.000». 2ª serie, MAGNA. Madrid.
- M.O.P.U., (1975).— «Firmes flexibles. Instrucción de Carreteras. Norma 6.1.IC».
- M.O.P.U., (1975).— «Firmes rígidos. Instrucción de Carreteras. Norma 6.2.IC».
- M.O.P.U., (1975).— «Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes».
- SANCHEZ CELA, V. (1971).— «Consideraciones petrogenéticas sobre las granodioritas de la zona de Mérida». Estudios Geológicos, T. XXVII, pp. 305-310.
- VEGAS, R. (1971).— «Geología de la región comprendida entre la Sierra Morena Occidental y las Sierras del norte de la provincia de Cáceres». Boletín del Instituto Geológico y Minero de España, T. LXXXII, pp. 351-358.

## 7. ANEJOS





## 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 exponen los criterios utilizados en lo que se refiere a parámetros del terreno tales como ripabilidad, estabilidad de taludes, capacidad portante, niveles freáticos, etc.

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 y parámetros de estos conceptos geotécnicos, que servirán 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 semirripables en su zona de alteración o ripables mediante una ligera preparación con voladuras.
- c) Se consideran no ripables aquellas formaciones que necesitan para realizar su excavación el empleo de explosivos u otros 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 cimien-to de un firme de carretera o de una obra de fábrica.
- b) Capacidad portante media es la de aquellas formaciones constituidas por mate-riales 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 a 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 desa-gregados en los que la aplicación de cargas moderadas produce asientos inad-misibles 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 subya-cente.

## 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)

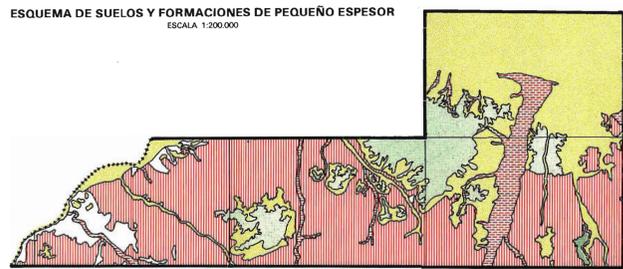
Para indicar la inclinación de los taludes, salvo en los casos en que se espe-cifica su valor, se han utilizado las palabras «subvertical» (ángulo de más de 65°) y «subhorizontal» (ángulo de menos de 10°).

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 dife-rente comportamiento geotécnico, pueden producirse derrumbamientos, despren-dimientos o deslizamientos de ladera. En general, para cada material y talud, se indica el tipo de problemas que pueden presentarse.

## DRENAJE

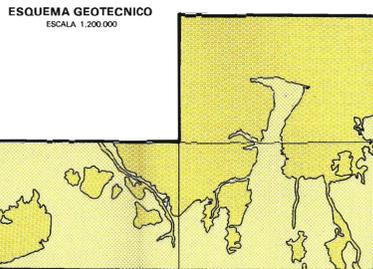
La esorrentía superficial y profunda de las aguas de lluvia, se reseña con suficiente claridad en la descripción de las distintas formaciones litológicas. Conviene resaltar que los datos disponibles para una correcta localización de los niveles freáticos del Tramo y sus periódicas variaciones en relación 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



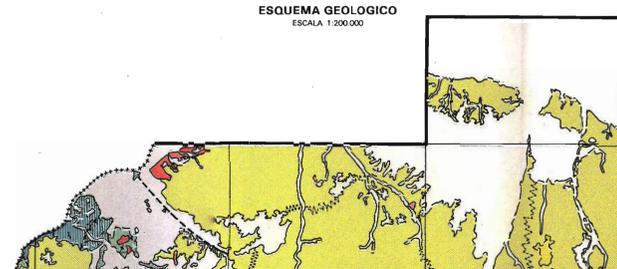
LEYENDA

- SUELOS COHESIVOS**
- Arcillas y limos arcillosos, de plasticidad alta, densidad baja, no consolidados, flojos en superficie y anchazables.
  - Arenas limosas y arcillosas, de baja plasticidad, densidad baja, sin consolidación, de baja capacidad portante y sin cementación.
- SUELOS NO COHESIVOS**
- Gravas y arenas con algo de elementos finos, sin cementación, densidad media, y elevada permeabilidad.
  - Gravas y arenas con cementación parcial, densidad media, capacidad portante media, y alta permeabilidad.
  - Gravas y arenas con arcillas, permeabilidad media, sin cementación, densidad media-alta, y no consolidadas.
  - Litomasos.



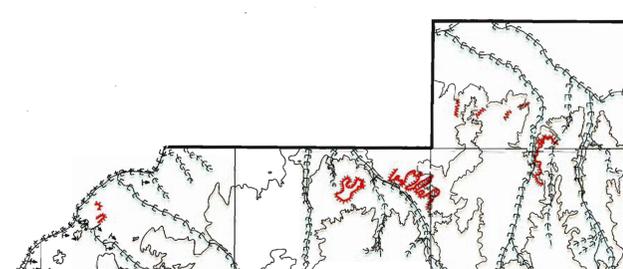
LEYENDA

- Suelos cohesivos flojos.
- Suelos y materiales granulares.
- Formaciones rocosas estables y resistentes.
- Formaciones rocosas con posibilidad de desprendimiento y/o deslizamientos planos.
- Formaciones calcáreas parcialmente karstificadas.



LEYENDA

- Cuaternario.
  - Plio-cuaternario.
  - Mioceno.
  - Cambrión.
  - PreCambrión.
  - Rocas intrusivas.
- Simbolos de Estructura:**
- Falta supuesta o deducida.
  - Cabalgamiento supuesto o deducido.
  - Buzamiento de 5° a 30°.
  - Buzamiento de 30° a 60°.
  - Buzamiento de 60° a 90°.
  - Buzamiento de la esquistosidad.
  - Esquistosidad vertical.



LEYENDA

- Río de curso continuo.
- Río de curso discontinuo.
- Dirección y buzamiento.
- Río o arroyo encajonado.
- Erosión por arroyado.
- Escarpa o cortina.
- Vista en arroyo.
- Vista de fondo plano.

LEYENDA

DEPOSITOS RECIENTES Y SUELOS DE ALTERACION

- W** Barros, achicajos y productos de desecho de actividad humana. Son materiales permeables, ripables e inadecuados como préstamo. La mayor parte de los suelos. Típicos naturales estables. 20° (Cuaternario. P.A.: 2 a 10 m).
- V2** Arenas limosas o arcillosas en tonos rojizos. Estos materiales son ripables e fácilmente erosionables y pueden anchazarse en áreas bajas. Son susceptibles como préstamo debido al elevado contenido en elementos fino-finesmente compuestos. Típicos naturales estables. 12° (Cuaternario. P.A.: 2 a 8 m).
- V1** Arenas gruesas y medias, algo limosas, con algunos capos de naturaleza plúvica. Este grupo se considera ripable y erosivo. La capacidad portante es de tipo medio, y son impermeables. Pueden utilizarse como material de préstamo. Se erosionan con relativa facilidad. Típicos naturales estables. 20° (Cuaternario. P.A.: 2 a 5 m).
- T3** Gravas y gravillas, redondeadas, silíceas, y arenas de tamaño medio y gruesas. Materiales fácilmente ripables. Nivel freático superficial. La capacidad portante es de tipo medio, y son permeables. Son materiales que pueden volarse como préstamo. Típicos naturales estables. 20° (Cuaternario. P.A.: 2 a 8 m).
- T2** Gravas y gravillas subredondeadas y redondeadas, de naturaleza silíceas, con matriz arenosa-limosa. Son materiales con capacidad portante de tipo medio. Son fácilmente erosionables y ripables. Este grupo puede utilizarse como material de préstamo. Poseen una permeabilidad elevada y se erosionan con relativa facilidad. Típicos naturales estables. 30° (Cuaternario. P.A.: 5 a 10 m).
- T1** Gravas, gravillas y bolos subredondeados y redondeados, de naturaleza silíceas, con matriz arenosa-limosa. Este grupo es ripable, aunque existen zonas marginales ripables a la erosión de cementación carbonatada. Son materiales susceptibles como préstamo. La capacidad portante es media y se erosionan fácilmente. Típicos naturales estables para alturas bajas. 20° (Cuaternario. P.A.: 5 a 10 m).
- C2** Arenas arcillosas rojizas, que engloban a arenas subangulosas silíceas, con tamaños máximos hasta de 25 cm de diámetro. Estos materiales son fácilmente ripables y erosivos. Pueden ser utilizables como material de préstamo. Son depósitos senoscentes débiles y pueden anchazarse en áreas bajas. La capacidad portante es escasa. Típicos naturales estables. 10° (Cuaternario. P.A.: 2 a 8 m).
- C1** Gravas heterométricas y subangulosas, silíceas, y limos arenosos. Son materiales ripables y semipermeables. No deben ser utilizados como préstamo. Son de baja capacidad portante. Pueden sufrir erosiones importantes y anchazamientos en áreas bajas. Típicos naturales estables. 10° (Cuaternario. P.A.: 2 a 10 m).
- A4** Limo arenoso y arcillosos que engloban a arenas de naturaleza cuarcítica predominantemente. Son materiales ripables en su totalidad, e impermeables. Se erosionan con facilidad. No son adecuados como préstamo dada la dificultad de compactación. Poseen una baja capacidad portante. (Cuaternario. P.A.: 4 a 8 m).
- A3** Gravas conchas, arcillosas, de granometría, y arena, procedente en general de rocas (gravas y metamórficas), junto con arenas medias y gruesas. Permeabilidad alta. Son materiales fácilmente erosionables y ripables. Nivel freático superficial. Son muy susceptibles como material de préstamo. Constituyen una extensión arborea natural. La capacidad portante es de tipo medio. (Cuaternario. P.A.: 4 a 10 m).
- A2** Gravas subredondeadas y planares, de naturaleza fundamentalmente silíceas, con una matriz arenosa-limosa y algo arcillosa. Poseen una capacidad portante media-baja. Sus materiales pueden ser utilizados como préstamo natural. Pueden ser utilizados como préstamo. Constituyen una extensión arborea natural. La capacidad portante es de tipo medio. (Cuaternario. P.A.: 3 a 7 m).
- A1** Arenas arcillosas y limosas, plásticas, con algunos capos dispersos. Estos materiales son fácilmente ripables y poseen una capacidad portante baja. Se erosionan fácilmente y poseen un nivel freático superficial. Por su propia naturaleza son impermeables. (Cuaternario. P.A.: 2 a 8 m).

FORMACIONES INTRUSIVAS

- 001a** Gneiss porfiroclásticos y anfibólicos en tonos oscuros en corte fresco, y verdosos-oboscuros cuando están alterados. Estos materiales no son ripables. Se erosionan con relativa facilidad. Son susceptibles como préstamo debido a los niveles de alteración de tipo medio. La capacidad portante es elevada. Típicos naturales estables. (Cambrión. P.A.: no reconocido).
- 001b** Granitos biotíticos con laminae de grano fino a medio. Los suelos y la parte superficial de la roca alterada son ripables. La formación para no es ripable. La permeabilidad es alta en los suelos y franco alterado, y no se permite la formación. No es recomendable como préstamo. La alteración que sufre este material. Típicos naturales estables para alturas bajas, subverticales. (Cambrión inferior. P.A.: desconocido).
- 001c** Granitos anfibólicos y leucocríticos. Este grupo no es ripable. El recubrimiento de las partes superficiales son permeables. La formación para no es ripable, es impermeable. Son materiales que pueden utilizarse como préstamo. La capacidad portante en los suelos y zonas de alteración es baja, y alta en la formación. Típicos naturales estables, para alturas bajas y medias, subverticales. (Cambrión inferior. P.A.: desconocido).

FORMACIONES CUARCITICAS, PIZARRAS, ARENOSAS Y ESQUISTOSAS CON INTRUSIONES SUBVOLCANICAS

- 112a** Areniscas, pizarras y rocas volcánicas. Los suelos de recubrimiento y la parte superficial alterada son ripables. La formación para no es ripable. Este último puede utilizarse para préstamo. La capacidad portante es alta en la formación, y se baja en los recubrimientos. La permeabilidad es media en los suelos y en los frentes alterados. La formación para no es impermeable. Típicos naturales estables para alturas bajas y medias, subverticales. (Cambrión. P.A.: indeterminada).
- 010a** Granodioritas, areniscas y arenosas, con intrusivos anfibólicos y diques porfíricos. Tanto los suelos subyacentes como los frentes alterados son ripables. La formación para no es ripable. La permeabilidad es alta en los frentes superficiales. La formación es impermeable en su totalidad. Son materiales que pueden utilizarse como préstamo. Típicos naturales estables para alturas bajas, subverticales. (Cambrión inferior. P.A.: indeterminada).

FORMACIONES CALCAREAS

- 321a** Carbonatos subvolcánicos intrusivos. Es una formación ripable, con arenas marginales, y de capacidad portante baja. No son recomendadas como materiales de préstamo. Son materiales semipermeables y se erosionan con relativa facilidad. Típicos de erosión estables, subverticales, para alturas bajas. (Plioceno. P.A.: 10 m).
- 111b** Calizas, pizarras y rocas de silicato silíceas. Este grupo no es ripable y presenta una elevada capacidad portante. La permeabilidad es alta en su base y en su superficie. Típicos naturales estables para alturas bajas y medias, subverticales. (Cambrión inferior. P.A.: 200 m).

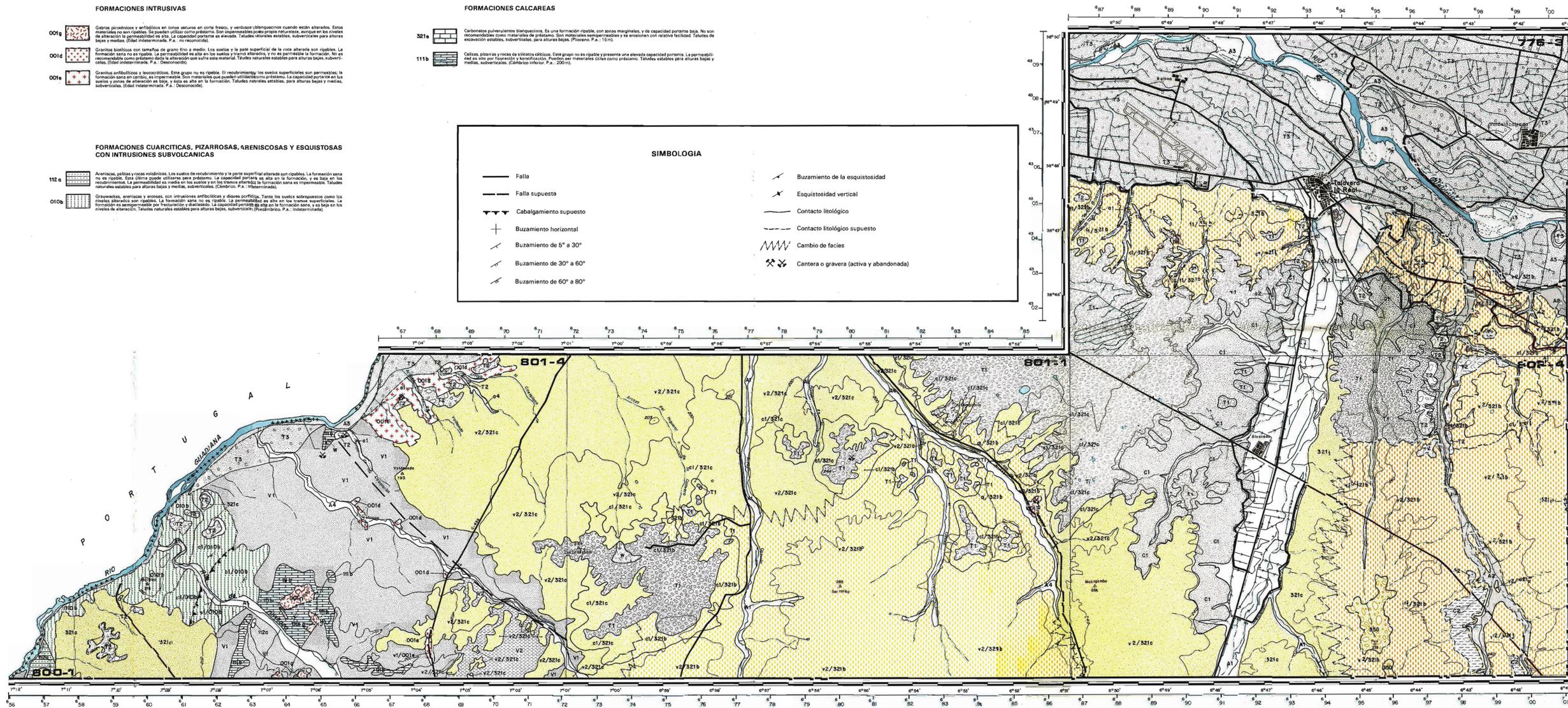
SIMBOLOGIA

- Falla
- Falla supuesta
- Cabalgamiento supuesto
- Buzamiento horizontal
- Buzamiento de 5° a 30°
- Buzamiento de 30° a 60°
- Buzamiento de 60° a 90°
- Buzamiento de la esquistosidad
- Esquistosidad vertical
- Contacto litológico
- Contacto litológico supuesto
- Cambio de facies
- Cantera o gravera (activa y abandonada)

FORMACIONES DETRITICO-ARCILLOSAS

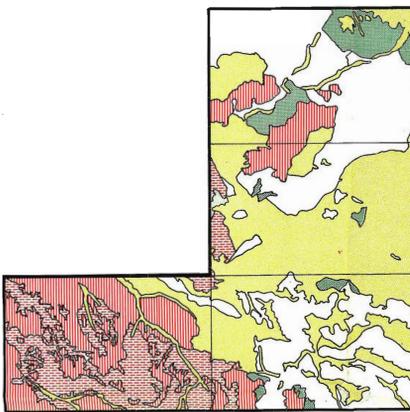
- 350** Gravas cuarcíticas subredondeadas y subangulosas, con matriz arenosa y algo arcillosa. Este grupo es ripable y es erosivo con facilidad. Posee una capacidad portante baja. Se puede utilizar como préstamo, volcánicamente previamente al material. La permeabilidad es de tipo medio, dada el contenido en elementos fino que posee. Típicos naturales estables. 20° (Plio-cuaternario. P.A.: 2 a 20 m).
- 321c** Arenas, gravas y arcillas ripas. Estos materiales se erosionan con facilidad. Poseen una capacidad portante baja y permeabilidad de tipo medio. Pueden ser utilizados como préstamo en áreas bajas. No son adecuados como material de préstamo. Algunos en algunas áreas se podrían utilizar para tal fin. Típicos naturales estables. 20° (Mioceno. P.A.: 60 m).
- 321b** Areniscas silíceas y feldspáticas, con arcillas y bagos de conglomerados poco cementados. Se encuentran redondeados, en su totalidad, en su base y en su superficie. Se erosionan con facilidad. Se pueden utilizar como préstamo. Típicos naturales estables para alturas bajas, subverticales. (Cambrión inferior. P.A.: 30 m).

Nota: Cuando una formación tiene una potencia aproximada (P.A.) menor de 3 m, se ha cartografiado con letra minúscula. (Ej.: a2).



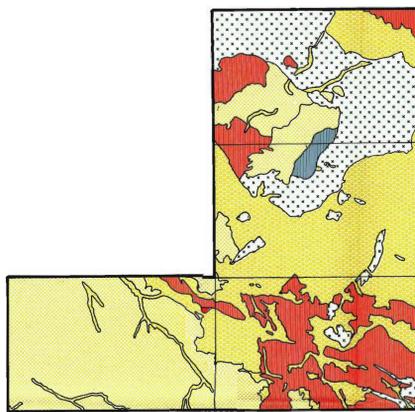
**ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR**

ESCALA 1:200.000



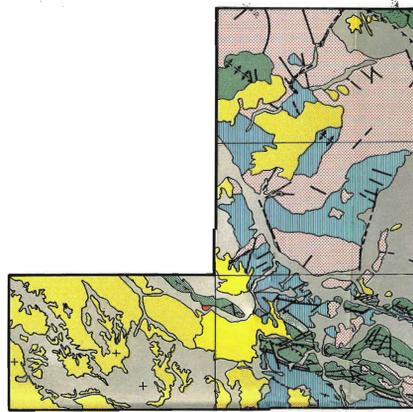
**ESQUEMA GEOTECNICO**

ESCALA 1:200.000



**ESQUEMA GEOLOGICO**

ESCALA 1:200.000



**LEYENDA**

**DEPOSITOS RECIENTES Y SUELOS DE ALTERACION**

- W Rellenos, achalzones y productos de desecho de actividad humana. Son materiales permeables, ripables, e inadecuados como préstamo para la mayor parte de las veces. Taludes naturales estables, 30° (Cuaternario, P.a.: 2 a 10 m).
- V2 Arenas limosas o arcillosas en tonos rojizos. Estos materiales son ripables y fácilmente erosionables y pueden encharcarse en áreas llanas. No son recomendables como préstamo debido al elevado contenido en elementos finos difícilmente compactables. Taludes naturales estables, 15° (Cuaternario, P.a.: 2 a 4 m).
- T3 Gravas y gravillas, redondeadas, silíceas, y arenas de tamaño medio y gruesas. Materiales fácilmente ripables. Nivel freático superficial. La capacidad portante es de tipo medio, y son permeables. Son materiales que pueden utilizarse como préstamo. Taludes naturales estables, 20° (Cuaternario, P.a.: 2 a 8 m).
- T1 Gravas, gravillas y bolos subredondeados y redondeados, de naturaleza silicea, con matriz arenolimososa. Este grupo es ripable, aunque existen zonas marginales debido a la escasez de cementación carbonatada. Son materiales utilizables como préstamo. La capacidad portante es media y se erosionan fácilmente. Taludes naturales estables para alturas bajas, 30° (Cuaternario, P.a.: 2 a 10 m).
- C4 Gravas y bolos angulosos, cuarcíticos, con arenas limosas. Ripable con dificultades debido a los bloques esporádicos que aparecen. Son materiales permeables y de capacidad portante media. Pueden utilizarse como préstamo, retirando los tamaños inadecuados. Taludes naturales estables, 25° (Cuaternario, P.a.: 3 a 15 m).
- C3 Arcillas arenosas rojizas, con cantos silíceos silíceos. Materiales fácilmente ripables y de baja capacidad portante. Son impermeables y se encharcan con facilidad. No son adecuados como préstamo y se erosionan y degradan fácilmente. Son materiales que pueden sufrir roturas deslizamiento. Taludes naturales estables, 15° (Cuaternario, P.a.: 2 a 10 m).
- C2 Arenas arcillosas rojizas, que engloban a cantos subangulosos silíceos, con tamaños máximos hasta de 20 cm de diámetro. Estos materiales son fácilmente ripables y erosionables. Pueden ser utilizados como material de préstamo. Son depósitos semi-permeables y pueden encharcarse en áreas llanas. La capacidad portante es baja. La erosionabilidad es escasa. Taludes naturales estables, 20° (Cuaternario, P.a.: 2 a 10 m).
- C1 Gravas heterométricas y subangulosas, silíceas, y limas arenosas. Son materiales ripables y semipermeables, y no deben ser utilizados como préstamo. Son de capacidad portante media. Pueden sufrir erosiones importantes y encharcamientos en áreas llanas. Taludes naturales estables, 15° (Cuaternario, P.a.: 2 a 10 m).
- A4 Limas arenosas y arcillosas, que engloban a cantos de naturaleza cuarcítica principalmente. Son materiales ripables en su totalidad, e impermeables. Se encharcan con facilidad. No son adecuados como préstamo dada la dificultad de compactación. Poseen una baja capacidad portante (Cuaternario, P.a.: 4 a 8 m - 4 a 1 a 3 m).
- A3 Gravas cuarcíticas, arcillosas y gravimicas, y arenas, propiamente en general de rocas ígneas y metamórficas, junto con arenas medias y gruesas. Permeabilidad alta. Son materiales fácilmente erosionables y ripables. Nivel freático superficial. Son muy recomendables como material de préstamo. Constituyen una excelente reserva natural. La capacidad portante es de tipo medio (Cuaternario, P.a.: 4 a 10 m).
- A2 Gravas subredondeadas y planares, de naturaleza fundamentalmente silicea, con una matriz arenolimososa algo arcillosa. Es una formación ripable y de capacidad portante media a alta. No debe utilizarse como préstamo. Son materiales utilizables como préstamo. La capacidad portante es alta. Algunos materiales marginales, que poseen una permeabilidad media a baja. Nivel freático superficial (Cuaternario, P.a.: 3 a 7 m - 1 a 3 m).
- A1 Arenas arcillosas y limosas, silíceas, con algunos cantos dispersos. Estos materiales son fácilmente ripables y poseen una capacidad portante baja. Se erosionan fácilmente, y poseen un nivel freático superficial. Por su propia naturaleza son impermeables (Cuaternario, P.a.: 2 a 8 m).

**FORMACIONES DETRITICO-ARCILLOSAS Y ARENOSAS**

- 350 Gravas cuarcíticas subredondeadas y subangulosas, con matriz arenosa y algo arcillosa. Este grupo es ripable y se encharca con facilidad. Posee una capacidad portante baja. Se puede utilizar como préstamo, seleccionando previamente el material. La permeabilidad es de tipo medio, dando al conjunto un comportamiento en elementos finos que posee. Taludes naturales estables, 20° (Plioceno, P.a.: 2 a 20 m).
- 321d Conglomerados y aglomerados de cantos calcáreos, cuarcíticos y pizarrosos, con matriz arenosa, y cementación carbonatada cuando ésta existe. Este grupo es fácilmente ripable. Se puede utilizar como préstamo y es semipermeable. La capacidad portante es baja. Taludes naturales estables, 20° en áreas orientadas, y 30° cuando no están orientadas (Mioceno, P.a.: 30 m).
- 321b Arenas silíceas y feldespáticas con arcillas, y bancos de conglomerados poco cementados. Se encuentran recubiertas en su gran mayoría por suelos aluviales de alteración. En general, esta formación es ripable, excepto en algunas zonas en las que la cantidad de arcillas es alta. Son materiales semi-permeables, erosionables y con facilidad. Se erosionan con facilidad y pueden dar lugar a deslizamientos. Taludes naturales estables, 20° (Mioceno, P.a.: 90 m).
- 121b Arcillas silíceas y conglomeradas. Es una formación no ripable, aunque los niveles de alteración y los suelos sí lo son. Poseen una elevada capacidad portante, y alta en sus requerimientos y en los tiempos sucesivos alterados. La permeabilidad es prácticamente nula en la formación, y media en los suelos de alteración. Puede utilizarse esta formación para su uso como material de préstamo. Taludes naturales estables, 40° (Oligoceno, P.a.: 150 m).

**FORMACIONES CALCAREAS**

- 321f Niveles carbonatados y margas grises, con algunos cantos calcáreos. Es una formación ripable con zonas marginales. La capacidad portante es media. Son materiales poco permeables y pueden dar lugar a encharcamientos locales. No son recomendables como material de préstamo. Los taludes naturales estables para alturas bajas, pueden contactar subterráneos (Plioceno, P.a.: 10 m).
- 321e Carbonatos pulverulentos blancos. Es una formación ripable, con zonas marginales, y de capacidad portante baja. No son recomendables como material de préstamo. Son materiales semi-permeables y se erosionan con relativa facilidad. Taludes de excavación estables: subterráneos para alturas bajas (Plioceno, P.a.: 15 m).

Nota: Cuando una formación tiene una potencia aproximada (P.a.) menor de 3 m, se ha cartografiado con letra minúscula. (Ej.: a2).

**LEYENDA**

- SUELOS COHESIVOS**
  - Arcillas y limas arenosas, de plasticidad alta, densidad baja, no consolidadas, flojas en superficie y encharcables.
  - Arenas limosas y arcillosas, de baja plasticidad, densidad baja, sin consolidación, de baja capacidad portante y sin cementación.
- SUELOS NO COHESIVOS**
  - Gravas y arenas con algo de elementos finos, sin cementación, densidad media y elevada permeabilidad.
  - Gravas y arenas con cementación parcial, densidad media, capacidad portante media, y alta permeabilidad.
  - Gravas y arenas con arcillas, semipermeabilidad media, sin cementación, densidad media-alta y no consolidadas.
  - Litosuelos.

**LEYENDA**

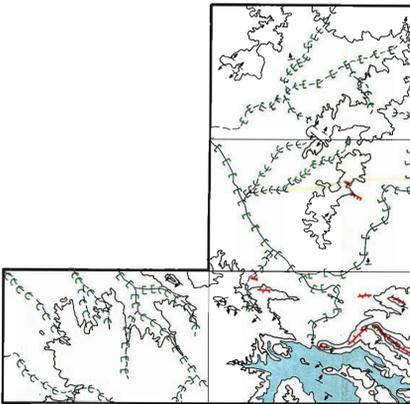
- Suelos cohesivos finos.
- Suelos y materiales granulares.
- Formaciones rocosas estables y resistentes.
- Formaciones rocosas con posibilidad de desprendimientos y/o deslizamientos planos.
- Formaciones calcáreas parcialmente karstificadas.
- Formaciones con cierta proporción de yesos.

**LEYENDA**

- Cuaternario.
- Plioceno.
- Mioceno.
- Tríasico.
- Devónico.
- Oligoceno.
- Cámbrico.
- Predámbrico.
- Rocas intrusivas.
- Buzamiento horizontal.
- Buzamiento de 5° a 30°.
- Buzamiento de 30° a 60°.
- Buzamiento de 60° a 80°.
- Buzamiento vertical.
- Anticinal.
- Cabalgamiento.
- Falla.
- Falla con indicación de labio húmedo.
- Falla supuesta o deducida.

**ESQUEMA GEOMORFOLOGICO**

ESCALA 1:200.000



**LEYENDA**

**FORMACIONES CUARCITICAS, PIZARROSAS, ARENOSICAS Y ESQUITOSAS CON INTRUSIONES SUBVOLCANICAS**

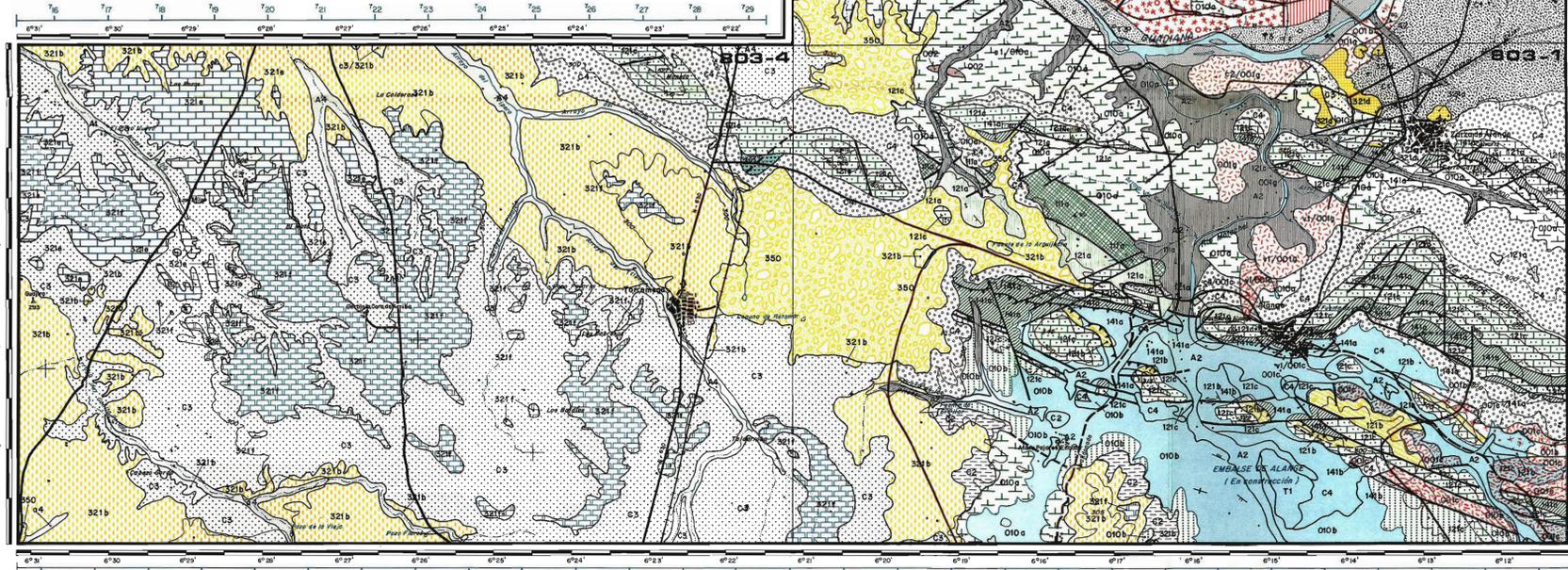
- 141b Pizarras, grauwackas, conglomerados y volcánicas, con esporádicas intercalaciones calcáreas. Son materiales ripables en los niveles de alteración, y no ripables los de la formación sana. La permeabilidad es alta en los tramos alterados y baja en la formación sana. No es recomendable utilizar estos materiales como préstamo. La capacidad portante es alta en la propia formación. Taludes naturales estables, 30° (Cuaternario, P.a.: 100 m).
- 141c Areniscas, esquistos detriticos o bancos calcáreos, con espesores individuales medidos a decímetros. En general, este grupo debe considerarse no ripable. Los niveles de alteración y los suelos subsecuentes, en cambio, son fácilmente ripables. Los materiales son impermeables, aunque existe una cierta permeabilidad en los 5 a 6 m superficiales. La capacidad portante de la formación es alta, y aquella es baja en los suelos. Taludes naturales estables, 60° siempre que no posean una estratificación desfavorable (Cuaternario, P.a.: 130 m).
- 121a Conglomerados blancos y rojizos en bancos micólicos, con algunas hiladas pizarrosas. Esta formación no es ripable. Posee una cierta permeabilidad por fracturación y diaclasado, y su capacidad portante es alta. Son materiales que pueden ser utilizados como material de préstamo para núcleo y coronación de terrapienes. Taludes naturales estables, 60° para alturas medias, y siempre que no posean estratificación desfavorable (Oligoceno, P.a.: > 100 m).
- 121b Metareniscas, planares y esquistas, en bancos decimétricos, con un suelo residual de poco espesor (en torno a 1 m). Estos materiales no son ripables. Los niveles de alteración y el suelo de su desarrollo se erosionan con facilidad. Permeable en los niveles más superficiales e impermeable en el resto del grupo. No es conveniente utilizar estos materiales como préstamo, aunque pueden ser usados para núcleo y coronación de terrapienes. Taludes naturales estables, 60° para alturas medias, y siempre que no posean estratificación desfavorable (Oligoceno, P.a.: 120 m).
- 111a Pizarras, areniscas micocíticas y esquistos niveles de calizas. Este grupo es ripable en los niveles más superficiales (2-3 m) y no ripable según se profundiza en la serie. La permeabilidad es alta en los tramos superiores y es baja en la formación sana. La capacidad portante es alta por medio de los niveles de alteración, en estructuras de tipo. Taludes estables para alturas bajas y medias, subterráneos, siempre que no existan estratificación desfavorable (Cámbrico, P.a.: > 300 m).
- 010b Grauwackas, areniscas y arenosas, con intrusiones anfífolíticas y diques porfíricos. Tanto los suelos sobreyectos como los niveles alterados, son ripables. La formación sana no es ripable. La permeabilidad es alta en los tramos superficiales. La formación es semipermeable por fracturación y diaclasado. La capacidad portante es alta en la formación sana, y es baja en los niveles de alteración. Taludes naturales estables para alturas bajas, subterráneos (Predámbrico, P.a.: indeterminada).
- 010a Esquistos, metareniscas, anfífolitas y metapelitas, todos ellos en bancos centimétricos o decimétricos. Este grupo es ripable en los niveles más superficiales, y no es ripable en la formación sana. La permeabilidad es alta en el recubrimiento. La formación es impermeable en profundidad. La capacidad portante es baja en superficie y media en profundidad. No son materiales adecuados como préstamo. Taludes estables para alturas bajas y medias, subterráneos, no se evita estratificación o diaclasado desfavorable (Predámbrico, P.a.: indeterminada).

**FORMACIONES INTRUSIVAS**

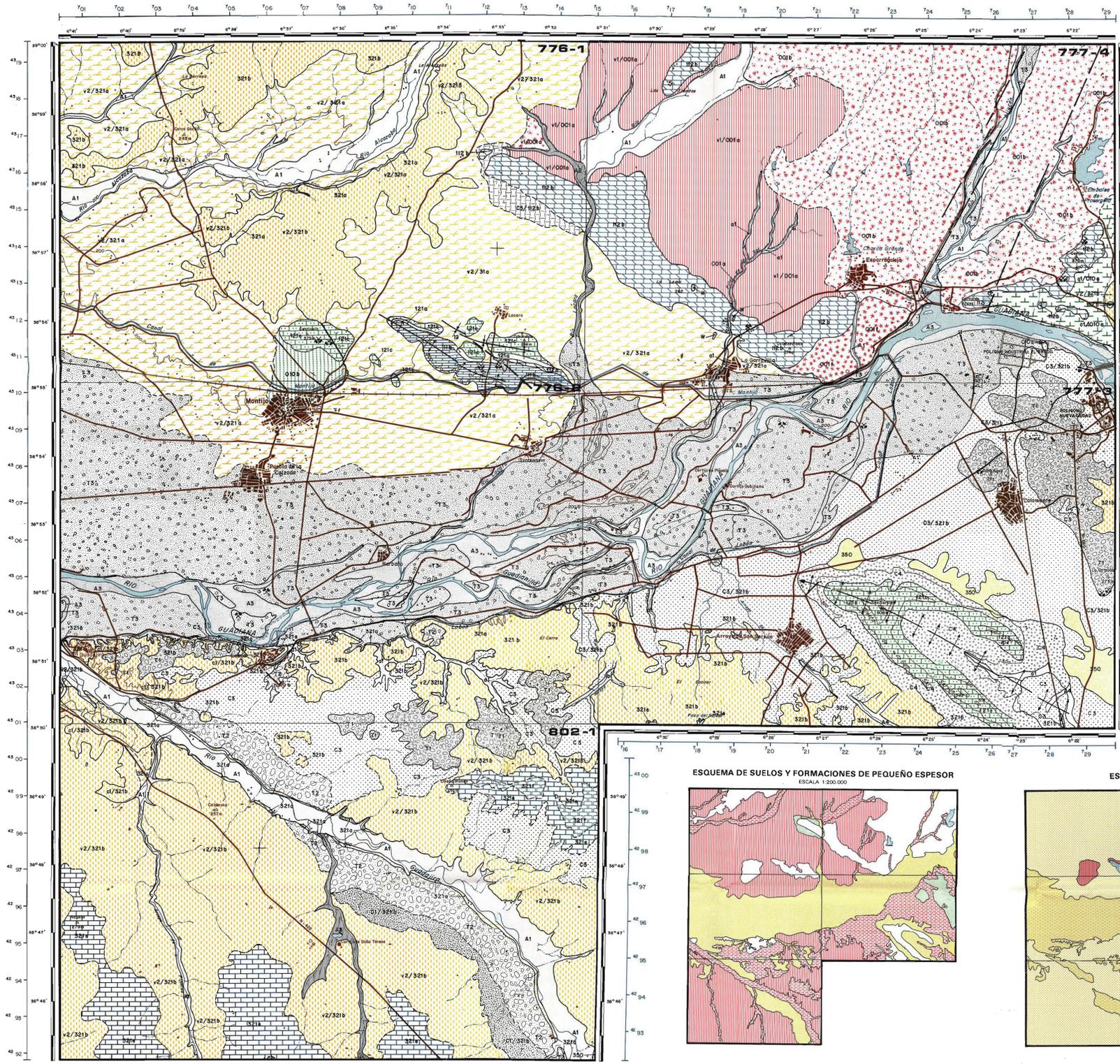
- 001g Carbón granitoides y anfífolitas en tonos oscuros en corte fresco, y vetados y bianqueados cuando están alterados. Estos materiales no son ripables. Se pueden utilizar como préstamo. Son impermeables por su propia naturaleza, aunque en los niveles de alteración la permeabilidad es alta. La capacidad portante es elevada. Taludes naturales estables, subterráneos para alturas bajas y medias. (Edad indeterminada, P.a.: no reconocida).
- 001f Diaritas de grano grueso y medio, resultantes de un suelo de alteración de poco espesor. Son materiales carbonados. Permeabilidad tipo media en su base y no ripable en la formación sana. La permeabilidad es alta en los niveles de alteración, y nula en la formación sana. Son ripables los niveles de alteración y los suelos, y no ripable la propia formación. Taludes estables para alturas bajas y medias, subterráneos (Plioceno, P.a.: desconocida).
- 001e Granitos de textura homogénea en tonos claros. Estos rocas no son ripables. Sólo los suelos y los niveles de alteración se pueden ripar. Es una formación impermeable, aunque los niveles más superficiales de alteración sean permeables. La capacidad portante es alta en la formación sana, y es baja en los suelos. Son materiales que pueden utilizarse como préstamo. (Edad indeterminada, P.a.: desconocida).
- 001b Granitos de dos micas, con tamaño variable de grano, y resultantes de un suelo de alteración. La capacidad portante es alta en la formación sana, y no es ripable en la formación sana. La permeabilidad es alta en los niveles de alteración, y nula en la formación sana. Son materiales utilizables como préstamo. Son ripables los suelos y el nivel de alteración, y no ripable la formación. (Edad indeterminada, P.a.: desconocida).
- 001a Orlonales de grano medio a grueso, resultantes de un suelo de alteración. Son materiales utilizables en principio como préstamo. Los niveles de alteración son permeables, en cambio, la formación es impermeable. La capacidad portante, en esta última, es alta, y es baja en los tramos alterados. Son rocosos los suelos y los niveles de alteración, y no ripable la propia formación sana. (Edad indeterminada, P.a.: desconocida).
- 002 Diques de cuarzo en tonos claros. Este grupo no es ripable. Es impermeable en su conjunto y podría utilizarse como material de préstamo. La capacidad portante es alta. Los taludes de excavación para alturas bajas y medias pueden ser subterráneos. (Edad indeterminada, P.a.: 2 a 90 m).

**FORMACION CON CIERTA PROPORCION DE YESOS**

- 210 Lutas, areniscas, yesos y cuarcitas. Este grupo es marginal en los niveles alterados y no ripable en profundidad. La capacidad portante es media y es alta en los niveles superficiales. La capacidad portante es alta en la formación y baja en los niveles de alteración. Los taludes de excavación, de alturas bajas y medias, son estables con ángulos unos 30° (Triásico, P.a.: 80 m).



- Anticinal.
- Cabalgamiento.
- Falla.
- Falla supuesta o deducida.
- Falla con indicación del desplazamiento.
- Falla con indicación de hundimiento.
- Capas horizontales.
- Dirección y buzamiento de la esquistosidad.
- Buzamiento de 5° a 30°.
- Buzamiento de 30° a 60°.
- Buzamiento de 60° a 80°.
- Buzamiento vertical.
- Gravero o arenero (activo y abandonado).
- Cantera (activa y abandonada).
- Contacto litológico.
- Contacto litológico supuesto.



**LEYENDA**

**DEPOSITOS RECIENTES Y SUELOS DE ALTERACION**

- W Relinas, eschales y productos de desecho de actividad humana. Son materiales permeables, fríos, e incoherentes como préstamo la mayor parte de la masa. Taludes naturales estables. 30' (Cuaternario, P.a.: 2 a 10 m).
- V2 Arenas limosas y arcillosas en tonos rojos. Estos materiales son ripables y fácilmente erosionables y pueden encontrarse en áreas bajas. No son aconsejables como préstamo debido al elevado contenido en elementos finos diferenciamos compactas. Taludes naturales estables. 25' (Cuaternario, P.a.: 2 a 4 m).
- V1 Arenas gruesas y medias, algo limosas, con algunos cantos de naturaleza silíceas. Este grupo se considera ripable y estable. La capacidad portante es alta y el comportamiento puede utilizarse como material de préstamo. Taludes naturales estables. 25' (Cuaternario, P.a.: 2 a 4 m).
- C5 Gravas subangulosas, cuarcitas, con matriz arenosa-arcillosa. Son materiales ripables y permeables. La capacidad portante es de tipo medio. Adecuados en principio como material de préstamo. Incoherentes a medio plazo. Taludes naturales estables. 20' (Cuaternario, P.a.: 2 a 15 m).
- C4 Gravas y bolos angulosos, cuarcitas, con arenas limosas ripables con dificultades debido a los bloques resquebrajados que aparecen. Son materiales permeables y su capacidad portante media. Pueden utilizarse como préstamo, retirando los bolos incoherentes. Taludes naturales estables. 25' (Cuaternario, P.a.: 3 a 15 m).
- C3 Arcillas arenosas rojas, con cantos silíceos aislados. Materiales fácilmente ripables y de baja capacidad portante. Son impermeables y se erosionan con facilidad. No son adecuados como préstamo y se erosionan a gran velocidad. Taludes naturales estables que pueden sufrir roturas deslizamientos. Taludes naturales estables. 10' (Cuaternario, P.a.: 3 a 10 m).
- C1 Gravas heterométricas y subangulosas, silíceas, y limas arenosas. Son materiales ripables y semipermeables. No deben ser utilizados como préstamo. Son de baja capacidad portante. Pueden utilizarse como préstamo, retirando los bolos incoherentes. Taludes naturales estables. 15' (Cuaternario, P.a.: 2 a 10 m).
- T3 Gravas y gravillas, redondeadas, silíceas, y arenas de tamaño medio y gruesas. Materiales fácilmente limos. Nivel freático superficial. La capacidad portante es de tipo medio, y son permeables. Son materiales que pueden utilizarse como préstamo. Poseen una baja capacidad portante. (Cuaternario, P.a.: 2 a 8 m).
- T2 Gravas y gravillas subredondeadas y redondeadas, de naturaleza silíceas, con matriz arenosa-limosa. Material con capacidad portante de tipo medio. Son fácilmente excavables y ripables. Este grupo puede utilizarse como material de préstamo. Poseen una permeabilidad alta y se erosionan con relativa facilidad. Taludes naturales estables. 30' para alturas medias y altas y a menor que se presente una estratificación o un desmenuamiento desfavorable. (Cuaternario, P.a.: 10 m).
- T1 Gravas, gravillas y bolos subredondeados y redondeados, de naturaleza silíceas, con matriz arenosa-limosa. Este grupo de rocas, aunque existen zonas marginales debido a la existencia de cementación carbonatada. Son materiales estables no permeables. La capacidad portante es alta y se erosionan con relativa facilidad. Taludes naturales estables para alturas bajas. 30' (Cuaternario, P.a.: 5 a 10 m).
- A4 Limos arenosa y arcillosa, que engloban a cantos de naturaleza cuarcita o similar. Son materiales reves en su totalidad y se erosionan con facilidad. Se adecuados como préstamo para obras de cimentación. (Cuaternario, P.a.: 4 a 8 m).
- A3 Gravas cuarcíticas, arcillosas, y de granadas, y otras, procedentes en general de rocas ígneas heterométricas, junto con arenas medias gruesas. Permeabilidad alta. Son materiales fácilmente excavables y ripables. Nivel freático superficial. Son muy aconsejables como material de préstamo. Constituyen una excelente zahorra natural. La capacidad portante es de tipo medio. (Cuaternario, P.a.: 1 a 10 m).
- A2 Gravas subredondeadas y planas, de naturaleza fundamentalmente silíceas, con una matriz arcillosa y algo arcillosa. Es una formación ripable y de capacidad portante media a baja. Son materiales que pueden ser utilizados como préstamo. Pueden existir algunas áreas encharcables y que poseen una permeabilidad media a baja. Nivel freático superficial. (Cuaternario, P.a.: 3 a 7 m).
- A1 Arenas arcillosas y limosas, plásticas, con algunos cantos dispersos. Estos materiales son fácilmente ripables y poseen una capacidad portante baja. Se erosionan fácilmente y poseen un nivel freático superficial. Por su propia naturaleza son impermeables. (Cuaternario, P.a.: 2 a 8 m).

**FORMACIONES INTRUSIVAS**

- 001f Diques de granito grueso y medio, recubiertos de un suelo de alteración de poco espesor. Son materiales cariabiles. Permeabilidad media. Los niveles de alteración son permeables y pueden dar lugar a encharcamientos locales. No son recomendables como material de préstamo. Taludes naturales estables para alturas bajas y medias. (Pre cámbrico, P.a.: indeterminado).
- 001b Diques de granito grueso y medio, recubiertos de un suelo de alteración. La capacidad portante es alta en la formación y baja en los suelos subyacentes. La permeabilidad es alta en los niveles de alteración, y nula en la formación para los materiales estables como préstamo. Son ripables los niveles y el nivel de alteración, y no ripable la formación. (Edad indeterminada, P.a.: Desconocido).
- 001a Diques de granito grueso y medio, recubiertos de un suelo de alteración. Son materiales viables en principio como préstamo. Los niveles de alteración son permeables y cariabiles, la formación, es impermeable. La capacidad portante, en esta forma, es alta y se erosiona con relativa facilidad. Son ripables los niveles y los niveles de alteración y no ripable la propia formación sana. (Edad indeterminada, P.a.: Desconocido).

**FORMACIONES DETRITICO-ARCILLOSAS Y ARENOSAS**

- 350 Gravas cuarcíticas subredondeadas y subangulosas, con matriz arenosa y algo arcillosa. Este grupo es ripable y se erosiona con facilidad. Posee una capacidad portante baja. Se puede utilizar como préstamo, seleccionando previamente el material. La capacidad portante es de tipo medio, dado el contenido en elementos finos que posee. Taludes naturales estables. 20' (Pre-cuaternario, P.a.: 2 a 20 m).
- 321b Arenas silíceas y feldespáticas, con volutas y bloques de conglomerados poco cementados. Se encuentran recubiertas, en su gran mayoría, por suelos de alteración. En general, esta formación es ripable, excepto en alguna zona en la cual la capacidad es marginal. Son materiales semipermeables, pueden utilizarse como préstamo, con facilidad y pueden dar lugar a deslizamientos. Taludes naturales estables. 20' (Mioceno, P.a.: 20 m).
- 321a Arenas silíceas y feldespáticas, con volutas y bloques de conglomerados poco cementados. Se encuentran recubiertas, en su gran mayoría, por suelos de alteración. En general, esta formación es ripable, excepto en alguna zona en la cual la capacidad es marginal. Son materiales semipermeables, pueden utilizarse como préstamo, con facilidad y pueden dar lugar a deslizamientos. Taludes naturales estables. 20' (Mioceno, P.a.: 20 m).

**FORMACIONES CALCAREAS**

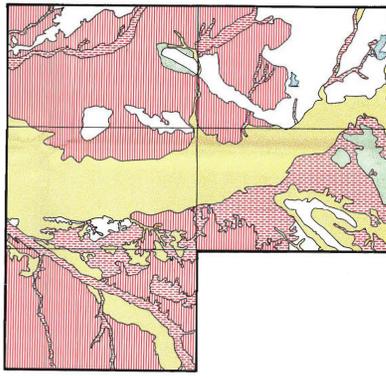
- 321f Niveles carbonatados y margas grises, juntas con algunos cantos calizos. Es una formación ripable con zonas marginales, de capacidad portante media. Los materiales poco permeables y pueden dar lugar a encharcamientos locales. No son recomendables como material de préstamo. Los taludes naturales estables para alturas bajas, pueden contarse subterráneas. (Plioceno, P.a.: 10 m).
- 321e Carbonatos pulverulentos blancos. Es una formación ripable, con zonas marginales, y de capacidad portante baja. No son recomendables como material de préstamo. Son materiales impermeables y se erosionan con relativa facilidad. (Plioceno, P.a.: 15 m).
- 112b Calizas recristalizadas y mármoladas. Son materiales no ripables y de elevada capacidad portante. Adecuados como material de préstamo y muy permeables por karstificación. Los taludes estables, para alturas bajas y medias, pueden tallarse subterráneas. (Cuaternario, P.a.: > 100 m).
- 111b Calizas, plenas y rocas de silicatos cálcicos. Este grupo no es ripable y presenta una elevada capacidad portante. La permeabilidad es alta por fracturación y karstificación. Pueden ser materiales útiles como préstamo, taludes estables para alturas bajas y medias. (Cuaternario inferior, P.a.: 200 m).

**FORMACIONES CUARCICAS, PIZARRAS, ARENISCOS Y ESQUISTOSOS CON INTRUSIONES SUBVOLCANICAS**

- 121c Oritocrinas blancas y rosadas en bancos estratificados, con algunas filitas plásticas. Esta formación no es ripable. Posee una capacidad portante baja y se erosionan con facilidad. Taludes naturales estables. 50' para alturas medias y altas y a menor que se presente una estratificación o un desmenuamiento desfavorable. (Ordoviciano, P.a.: 120 m).
- 121a Metareniscos, plenas y arenosas, en bancos desmenuados, con un suelo residual de poco espesor (no > 1 m). Estos materiales no son ripables. Son rocas de alteración y el suelo de recubrimiento es de tipo medio. Permeable en los niveles más superficiales, e impermeable en el resto del grupo. No es conveniente utilizar estos materiales como préstamo, aunque algunos casos se puede utilizar en nichos de las estructuras. Taludes naturales estables 50' para alturas medias y altas y a menor que se presente una estratificación o un desmenuamiento desfavorable. (Ordoviciano, P.a.: 120 m).
- 010b Gravas, arenosas y arcillosas, con neofosforización y bloques porfíricos. Tanto los suelos subyacentes como los niveles alterados son ripables. La formación sana no es ripable. La permeabilidad es alta en los niveles superficiales. La formación es impermeable por fracturación y desmenuamiento. La capacidad portante es alta en la formación sana, y baja en los niveles de alteración. Taludes naturales estables para alturas bajas subterráneas. (Pre cámbrico, P.a.: indeterminado).
- 010a Gravas, metareniscos, arcillosas y margas, todos ellos en bancos heterométricos y desmenuados. Este grupo de bolos en los 3 m superiores, y no es ripable en la formación sana. Adecuada impermeabilidad en el recubrimiento, e impermeable en profundidad, dada la dificultad de cementación, y la gran cantidad de bloques. Los materiales especiales conglomerados. Taludes estables para alturas bajas y medias, subterráneas, si no existe estratificación o desmenuamiento desfavorable. (Pre cámbrico, P.a.: indeterminado).

Nota: Cuando una formación tiene una potencia aproximada (P.a.) menor de 3 m, se ha cartografiado con letra minúscula. (Ej.: a2)

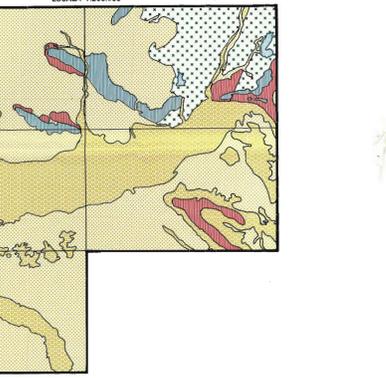
**ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR**



**LEYENDA**

- SUELOS COHESIVOS**
  - Arcillas y limos arcillosos, de plasticidad alta, densidad baja, no consolidados, fríos en superficie y encharcables.
  - Arenas limosas y arcillosas, de baja plasticidad, densidad baja, sin consolidación, de baja capacidad portante y sin cementación.
- SUELOS NO COHESIVOS**
  - Gravas y arenas con algo de elementos finos, sin cementación, densidad media, y elevada permeabilidad.
  - Gravas y arenas con cementación parcial, densidad media, capacidad portante media, y alta permeabilidad.
  - Litosas.

**ESQUEMA GEOTECNICO**



**LEYENDA**

- Suelos cohesivos fríos.
- Suelos y materiales granulares.
- Formaciones rocas estables y resistentes.
- Formaciones rocas con posibilidad de deslizamientos y/o deslizamientos planos.
- Formaciones calcáreas parcialmente karstificadas.

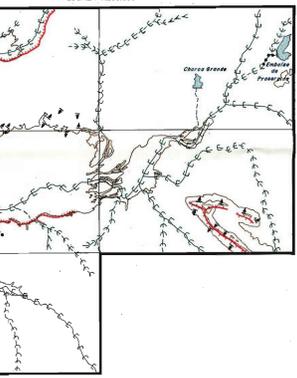
**ESQUEMA GEOLOGICO**



**LEYENDA**

- Cuaternario
- Pliocuenario
- Mioceno
- Ordoviciano
- Cámbrico
- Pre cámbrico
- Rocas intrusivas
- Anticinal
- Sinclinal
- Falla
- Falla supuesta
- Buzamiento de 5° a 30°
- Buzamiento de 30° a 60°
- Buzamiento de 60° a 90°

**ESQUEMA GEOMORFOLOGICO**



**LEYENDA**

- Río de curso continuo
- Río de curso discontinuo
- Río o arroyo encajado
- Disposición y buzamiento
- Erosión por arroyada
- Escarpe o cornisa
- Divisoria equiva
- Valle en "V"
- Valle en terraza
- Valle de fondo plano

**SIMBOLOGIA**

- Anticinal
- Anticinal con inmersión
- Sinclinal
- Falla
- Falla supuesta o deducida
- Estratos horizontales
- Buzamiento de 5° a 30°
- Buzamiento de 30° a 60°
- Contacto litológico
- Contacto litológico supuesto
- Erosión importante
- Cantera o gravera (activa y abandonada)

