

Estudio Previo de Terrenos

Itinerario San Fernando-Conil de la Frontera
Tramo: Chiclana de la Frontera-Los Barrios



**NOTAS PREVIAS A LA LECTURA DE LOS
“ESTUDIOS PREVIOS DE TERRENO”
DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS, EN FORMATO DIGITAL**

La publicación que está consultando corresponde a la colección de *Estudios Previos de Terreno* (EPT) de la Dirección General de Carreteras, editados entre 1965 y 1998.

Los documentos que la integran presentan formatos diferentes pero una idea común: servir de base preliminar a los estudios y proyectos de esta Dirección General. En ese sentido y para una información más detallada se recomienda la lectura del documento *“Estudios previos de terreno de la Dirección General de Carreteras”* (Jesús Martín Contreras, et al, 2000)

Buena parte de los volúmenes que integran esta colección se encuentran agotados o resultan difícilmente disponibles, presentándose ahora por primera vez en soporte informático. El criterio seguido ha sido el de presentar las publicaciones tal y cómo fueron editadas, respetando su formato original, sin adiciones o enmiendas.

En consecuencia y a la vista, tanto del tiempo transcurrido como de los cambios de formato que ha sido necesario acometer, deben efectuarse las siguientes observaciones:

- La escala de los planos, cortes, croquis, etc., puede haberse alterado ligeramente respecto del original, por lo que únicamente resulta fiable cuando ésta se presenta de forma gráfica, junto a los mismos.
- La cartografía y nomenclatura corresponde obviamente a la fecha de edición de cada volumen, por lo que puede haberse visto modificada en los últimos años (nuevas infraestructuras, crecimiento de núcleos de población ...)
- El apartado relativo a sismicidad, cuando existe, se encuentra formalmente derogado por las sucesivas disposiciones sobre el particular. El resto de contenidos relativos a este aspecto pudiera, en consecuencia, haber sufrido importantes modificaciones.
- La bibliografía y cartografía geológica oficial (fundamentalmente del IGME) ha sido en numerosas ocasiones actualizada o completada desde la fecha de edición del correspondiente EPT.
- La información sobre yacimientos y canteras puede haber sufrido importantes modificaciones, derivadas del normal transcurso del tiempo en las mencionadas explotaciones. Pese a ello se ha optado por seguir manteniéndola, pues puede servir como orientación o guía.
- Por último, el documento entero debe entenderse e interpretarse a la luz del estado de la normativa, bibliografía, cartografía..., disponible en su momento. Sólo en este contexto puede resultar de utilidad y con ese fin se ofrece.

serie monografías

Estudio Previo de Terrenos

Itinerario San Fernando-Conil de la Frontera
Tramo: Chiclana de la Frontera-Los Barrios



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

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	4
2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL TRAMO	7
2.1. CLIMATOLOGIA	7
2.2. TOPOGRAFIA	20
2.3. GEOMORFOLOGIA.....	20
2.4. ESTRATIGRAFIA	24
2.5. TECTONICA	27
2.6. SISMICIDAD.....	33
3. ESTUDIO DE ZONAS.....	36
3.1. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO	36
3.2. ZONA 1: LLANA Y SUAVEMENTE ALOMADA.....	36
3.2.1. Geomorfología.....	36
3.2.2. Tectónica.....	39
3.2.3. Columna estratigráfica	41
3.2.4. Grupos litológicos.....	42
3.2.5. Grupos geotécnicos	68
3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona	72
3.3. ZONA 2: ZONA ALOMADA	73
3.3.1. Geomorfología.....	73
3.3.2. Tectónica.....	75
3.3.3. Columna estratigráfica	75
3.3.4. Grupos litológicos.....	76
3.3.5. Grupos geotécnicos	119
3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona	123
3.4. ZONA 3: ZONAS DE SIERRAS MONTAÑOSAS Y RELIEVE ACCIDENTADO.....	124
3.4.1. Geomorfología.....	124
3.4.2. Tectónica.....	126
3.4.3. Columna estratigráfica	129
3.4.4. Grupos litológicos.....	129
3.4.5. Grupos geotécnicos	165
3.4.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona	167

ÍNDICE (cont.)

	Pág.
3.5. ZONA 4: ZONA DEL LITORAL	168
3.5.1. Geomorfología.....	168
3.5.2. Tectónica.....	171
3.5.3. Columna estratigráfica	174
3.5.4. Grupos litológicos.....	174
3.5.5. Grupos geotécnicos	193
3.5.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona	197
4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO	198
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS.....	198
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS	199
4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS	200
4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS.....	202
5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS	207
5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO	207
5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS.....	207
5.3. YACIMIENTOS GRANULARES	211
5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES	215
5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE	221
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	226
7. ANEJOS	228
7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS	229
7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS.....	232

1. INTRODUCCION

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

El Tramo Chiclana de la Frontera-Los Barrios está ubicado íntegramente en la provincia de Cádiz (Figura 1.1) y comprende las siguientes Hojas y Cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Nº	Hoja	Cuadrantes
1069	Chiclana de la Frontera	3 y 4
1073	Vejer de la Frontera	1, 2 y 4
1074	Tahivilla	3
1077	Tarifa	1, 2 y 4
1078	La Línea	4

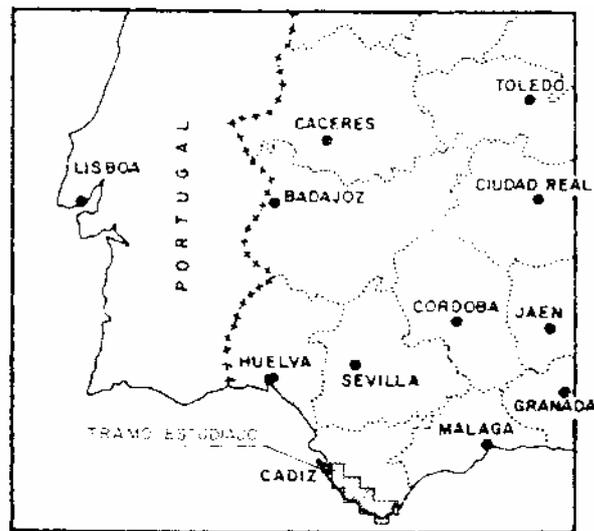


Fig.1.1. Esquema de situación del Tramo

La ejecución del Estudio se ha realizado siguiendo las siguientes fases:

- Recopilación y análisis de la bibliografía existente, tanto geológica como geotécnica, de la zona de estudio y de áreas próximas.
- Estudio fotogeológico sobre fotogramas aéreos a escala aproximada 1:33.000 del área de estudio.

- Comprobación del estudio fotogeológico, corrección del mismo y toma de datos en el campo, con la ayuda de planos a escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional, los cuales han servido de base topográfica para la confección de los mapas litológico-estructurales, a escala 1:50.000, que forman parte de los Planos que se adjuntan al final de la memoria.

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

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

Los resultados finales han sido plasmados en la presente Memoria, a la que se adjunta su cartografía correspondiente. La simbología de dicha cartografía corresponde a la inserta en el Pliego de Prescripciones Técnicas para los Estudios Previos de Terrenos, de la Dirección General de Carreteras, del Ministerio de Fomento.

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

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

Asimismo la presente Memoria se acompaña de una cartografía consistente en dos planos geológico-estructurales, a escala 1:50.000, con sus correspondientes esquemas geo-

lógicos, geotécnicos, geomorgológicos y de suelos y formaciones de pequeño espesor, a escala 1:200.000.

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

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS, Servicio de Geotecnia

D. Jesús Santamaría Arias
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

D. Francisco Carmona Guillén
Licenciado en Ciencias Geológicas

y por parte de la empresa consultora UTE INECO-INGEMISA:

D. José Luís Antón Vicente
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

D. Pedro Lorenzo Abad
Licenciado en Ciencias Geológicas

2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL TRAMO

2.1. CLIMATOLOGIA

Las características climáticas del Tramo se han deducido a partir de los datos aportados por una serie de estaciones meteorológicas, pertenecientes a la red del Instituto Nacional de Meteorología.

La elección de las estaciones se ha realizado atendiendo a tres criterios fundamentales: el primero de ellos es que las estaciones se distribuyan a lo largo de todo el Tramo, el segundo que cada estación contengan el mayor número de variables posibles registradas y el tercero que los años apuntados en cada estación abarquen, a ser posible, como mínimo periodos consecutivos de 30 años, que corresponde al período climático standard fijado por la Organización Meteorológica Mundial.

Las estaciones consultadas han sido: Chiclana de la Frontera, Barbate-Trafalgar (única estación con menos de 30 años), Tarifa, Algeciras y San Roque: Central Eléctrica de Cádiz. Los cuadros del 1 al 5 muestran los datos resumen de las estaciones meteorológicas consultadas.

La pluviometría anual del Tramo es superior a la media nacional, ya que oscila entre 563.2 mm en Barbate hasta 962.1 mm en Algeciras. En todas las estaciones las precipitaciones se distribuyen análogamente durante el año: hay un período de estiaje de Junio a Septiembre, y un aumento progresivo de la pluviosidad hacia los meses iniciales y finales del año. Las precipitaciones tienen lugar en un promedio de 68.1 días de lluvia.

La nieve es inexistente en el Tramo, y la estación meteorológica que más días de escarcha registra es Chiclana, con una media de 3.1 días al año.

A excepción de la zona de San Roque, la niebla hace acto de presencia en todo el Tramo, aunque de manera muy escasa. El promedio más alto, con 12.9 días al año, corresponde al área de Barbate, seguido de Chiclana, Tarifa y Algeciras. Un dato curioso es que la mayor concentración, a pesar de su escasa proporción, de los días de niebla aparecen entre los meses de Junio a Septiembre.

De las estaciones consultadas desgraciadamente solo disponen de datos de temperaturas las de Chiclana, Tarifa y Algeciras.

Las temperaturas medias anuales oscilan entre 16.9° C y 18.2° C. Las temperaturas máximas medias están comprendidas entre 25.1° C y 29.8° C y corresponden al mes de Agosto; y las mínimas medias mensuales varían entre 5.9° C y 11.1° C para el mes de Enero.

La temperatura máxima extrema es de 45° C y la mínima extrema de -5.3° C.

La oscilación máxima extrema es de 43.8° C y la mínima extrema de 20° C

En la figura 2.1 se muestran los gráficos de precipitación y de temperatura de las estaciones consultadas.

De las numerosas clasificaciones de climas que se han realizado, la que exponemos a continuación está basada en la relación que existe entre una serie de variables climáticas (precipitación y temperatura) con la vegetación espontánea que en ella aparece.

Dichas variables climáticas son:

- 1 Temperaturas medias del mes más frío
- 2 Precipitaciones caídas en los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto
- 3 Precipitaciones anuales
- 4 Temperaturas medias del mes más cálido

Una vez analizados todos los datos expuestos anteriormente, se han trazado, en un esquema del Tramo, la distribución geográfica de las isolíneas correspondientes a las variables anteriormente mencionadas. En aquellas zonas donde no existen datos de estaciones meteorológicas, las isolíneas se han obtenido a partir de los datos consultados en diversas publicaciones referentes al clima de España.

La nomenclatura utilizada para designar a cada tipo de clima se ha intentado adaptar a la clasificación climática de Köppen, matizados con un empleo de subíndices de significado análogo a las clasificaciones numéricas de Thran. La expresión cualitativa de las modalidades climáticas estacionales o anuales se formula siguiendo, en general, la nomenclatura del ingeniero de Montes Sr. González Vázquez.

El cuadro 6 muestra la nomenclatura utilizada para designar a cada tipo de clima.

Los datos aportados revelan que el Tramo presenta un CLIMA DE TIPO MEDITERRANEO, caracterizados por los inviernos templados y húmedos, y veranos secos y soleados. A su vez, en esta clasificación se considera que un clima responde al tipo mediterráneo cuando simultáneamente concurren estas dos circunstancias: que las temperaturas medias del mes más frío son superiores a los 3° C, y que las precipitaciones recogidas entre los meses de Mayo a Agosto, ambos inclusive, son inferiores a los 200 mm.

Ahora bien, combinando todas las variables climáticas se pueden distinguir, a lo largo del Tramo, hasta 14 subtipos climáticos. Son los siguientes:

- $C_4 S_3 S_2 a_1$: Clima mediterráneo, de invierno cálido-templado, verano templado-cálido y seco, y año subseco.
- $C_2 S_3 S_1 a_1$: Clima mediterráneo, de invierno templado, verano templado-cálido y seco, y año subhúmedo.
- $C_3 S_3 S_1 a_1$: Clima mediterráneo, de invierno templado-cálido, verano templado-cálido y seco, y año subhúmedo.
- $C_3 S_4 S_1 a_1$: Clima mediterráneo, de invierno templado- cálido, verano templado-cálido y perseco, y año subhúmedo.
- $C_3 S_4 S_2 a_1$: Clima mediterráneo, de invierno templado-cálido, verano templado-cálido y perseco, y año subseco.
- $C_4 S_4 S_1 a_1$: Clima mediterráneo, de invierno cálido-templado, verano templado-cálido y perseco, y año subhúmedo.
- $C_4 S_4 S_1 a_2$: Clima mediterráneo, de invierno cálido-templado, verano cálido-templado y perseco, y año subhúmedo.
- $C_4 S_5 S_2 a_1$: Clima mediterráneo, de invierno cálido-templado, verano templado-cálido y árido, y año subseco.
- $C_4 S_5 S_2 a_2$: Clima mediterráneo, de invierno cálido-templado, verano cálido-templado y árido, y año subseco.
- $C_4 S_4 S_2 a_1$: Clima mediterráneo, de invierno cálido-templado, verano templado-cálido y perseco, y año subseco.
- $C_4 S_4 S_2 a_2$: Clima mediterráneo, de invierno cálido-templado, verano cálido-templado y perseco, y año subseco.
- $C_4 S_4 S_3 a_1$: Clima mediterráneo, de invierno cálido-templado, verano templado-cálido y perseco, y año seco.
- $C_4 S_4 S_3 a_2$: Clima mediterráneo, de invierno cálido-templado, verano cálido-templado y perseco, y año seco.
- $C_4 S_5 S_3 a_1$: Clima mediterráneo, de invierno cálido-templado, verano templado-cálido y árido, y año seco.

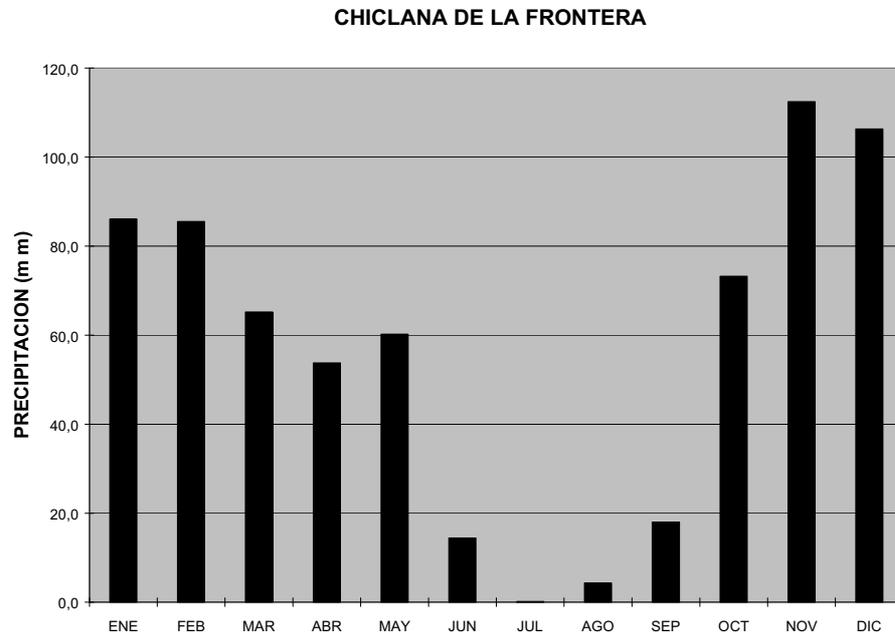
La figura 2.2 muestra la distribución de los subtipos climáticos en el Tramo.

CUADRO 2.
DATOS DE TEMPERATURAS DEL AÑO MEDIO (PERÍODO 1954 - 1980),
CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE BARBATE - TRAFALGAR

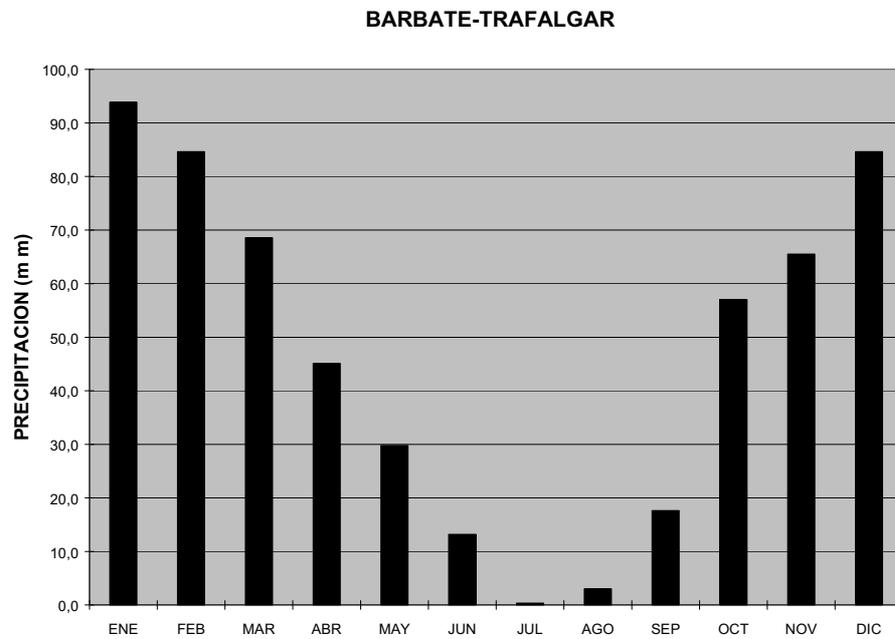
ESTACIÓN BARBATE – TRAFALGAR 1954-1980

MES	PRECIPITACIÓN (mm/m ²)				Nº DE DÍAS DE								PRECIPITABLE SIN ESPECIFICAR
	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA 24 H	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCÍO	ESCARCHA	NIEVE EN EL SUELO	
ENE	93,9	264,6	1,7	69,2	11,4	0,0	0,0	0,4	1,0	6,6	0,3	0,0	0,0
FEB	84,6	156,1	1,2	59,6	10,7	0,0	0,4	0,9	0,9	3,1	0,2	0,0	0,0
MAR	68,5	161,9	12	49,1	10,7	0,0	0,3	1,1	0,7	4,3	0,0	0,0	0,0
ABR	45,1	152,7	0	68,7	6,9	0,0	0,2	0,9	0,7	3,3	0,0	0,0	0,0
MAY	29,8	88,1	0	37,3	4,8	0,0	0,1	0,6	1,5	2,3	0,0	0,0	0,0
JUN	13,2	72,7	0	41,3	2,8	0,0	0,1	0,6	1,1	2,7	0,0	0,0	0,0
JUL	0,4	7,4	0	7,4	0,3	0,0	0,0	0,1	2,1	4,8	0,0	0,0	0,0
AGO	3,0	34,4	0	27,6	0,9	0,0	0,0	0,1	2,0	5,9	0,0	0,0	0,0
SEP	17,6	106,8	0	67,9	3,3	0,0	0,0	0,5	1,1	5,0	0,0	0,0	0,0
OCT	57,0	196,6	2	51,2	7,3	0,0	0,0	1,0	1,0	4,0	0,0	0,0	0,0
NOV	65,5	158,2	158,2	74	9,3	0,0	0,1	1,2	0,4	4,8	0,0	0,0	0,0
DIC	84,6	250,7	250,7	61	12,2	0,0	0,0	0,7	0,4	6,4	0,1	0,0	0,0
ANUAL	563,2			74,0	80,6	0,0	1,2	8,1	12,9	53,2	0,6	0,0	0,0

Fig. 2.1: Gráficos de precipitación y de temperatura de estaciones consultada

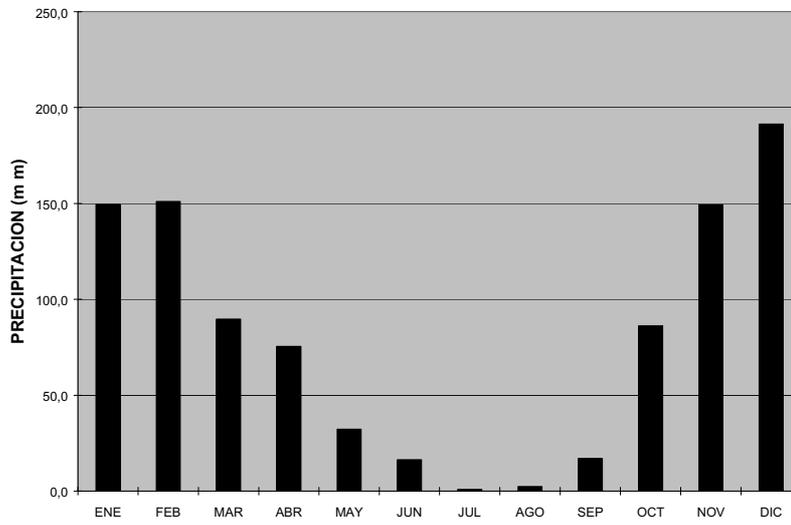


Precipitación anual = 679,6 mm
Temperatura media anual = 16,9°C



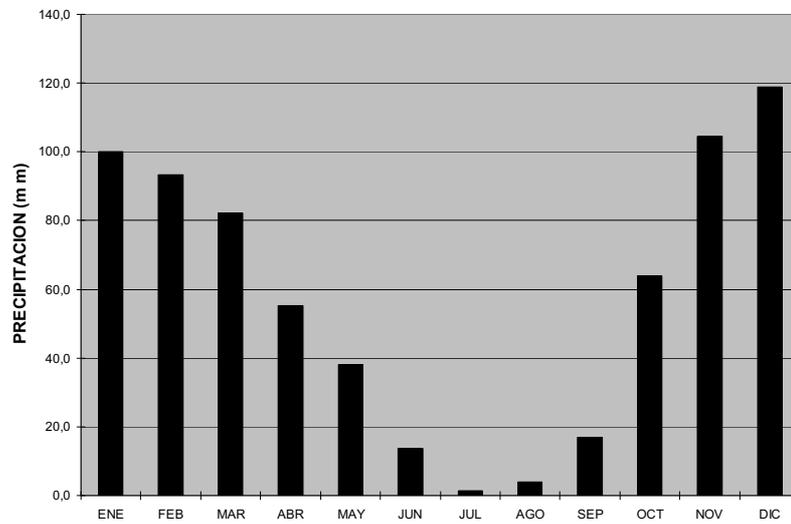
Precipitación anual = 563,2 mm

ALGECIRAS



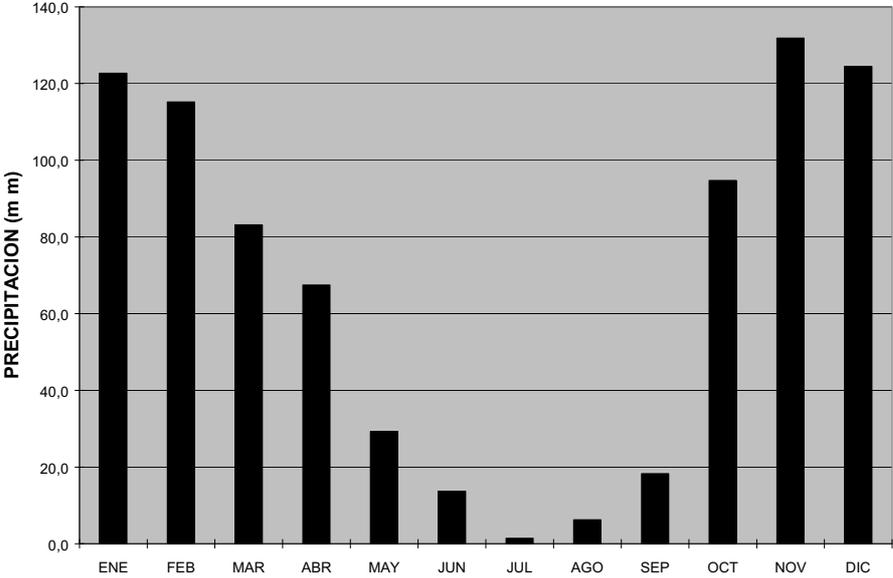
Precipitación anual = 962,1 mm
Temperatura media anual = 18,2°C

TARIFA



Precipitación anual = 691,9 mm
Temperatura media anual = 17,4°C

SAN ROQUE-CENTRAL ELECTRICA DE CADIZ



Precipitación anual = 808,2 mm

RÉGIMEN TÉRMICO				
De invierno		Calificación estacional	De verano	
Símbolo	Temperatura mes más frío		Temperatura mes más cálido	Símbolo
	° C		° C	
-	-	Cálido	≥ 26	a ₃
C ₄	≥ 10	Cálido-Templado	26-24	a ₂
C ₃	10-7	Templado-Cálido	24-22	a ₁
C ₂	7-5	Templado	22-20	b ₁
C ₁	5-3	Templado-Frío	20-18	b ₂
D ₁	3-10	Frío-Templado	18-15	b ₃
D ₂	< 0	Frío	< 15	b ₄

RÉGIMEN PLUVIOMÉTRICO				
De Verano		Calificación estacional	Anual	
Símbolo	Precipitaciones (mm)		Precipitaciones (mm)	Símbolo
s ₅	≤ 50	Árido	≤ 300	s ₅
s ₄	50-75	Perseco	300-400	s ₄
s ₃	75-100	Seco	400-600	s ₃
s ₂	100-150	Subseco	600-800	s ₂
s ₁	150-200	Subhúmedo	800-1.000	s ₁
f ₁	200-300	Húmedo	1.000-1.500	f ₁
f ₂	> 1.500	Muy húmedo	> 1.500	f ₂

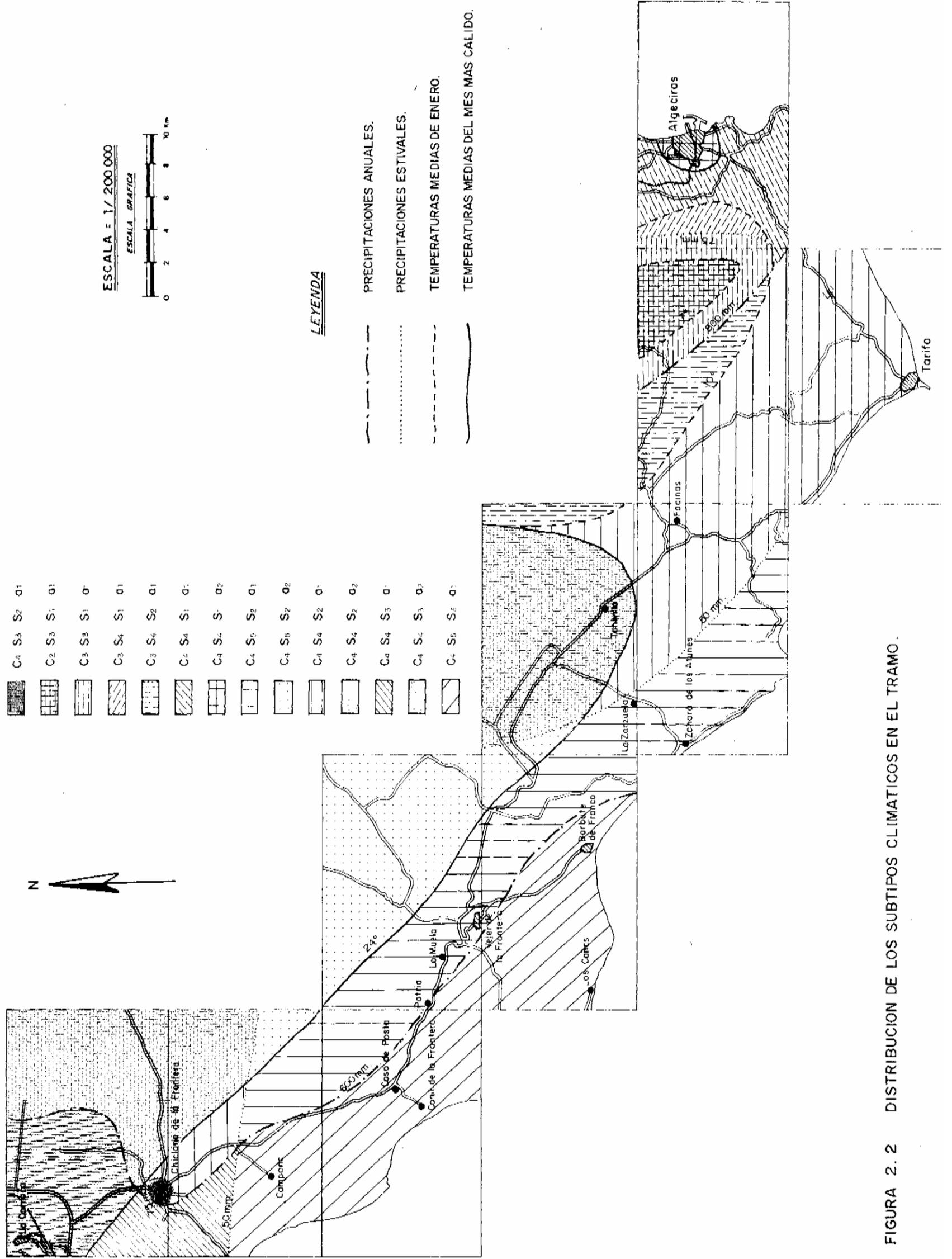


FIGURA 2.2 DISTRIBUCION DE LOS SUBTIPOS CLIMATICOS EN EL TRAMO.

2.2. TOPOGRAFIA

El área de estudio se sitúa al SE de la ciudad de Cádiz y corresponde a una banda de dirección NW-SE, que arranca desde la localidad de Chiclana de la Frontera y finaliza en Algeciras, discurriendo paralelamente a la carretera N-340.

Desde el punto de vista topográfico el Tramo puede considerarse dividido en tres áreas: una al Oeste del mismo, desde Chiclana de la Frontera hasta las proximidades de Vejer de la Frontera, otra correspondiente al tramo central, entre Vejer y Facinas, y por último la tercera que abarcaría el resto del Tramo.

La primera de ellas se caracteriza por presentar cotas topográficas relativamente bajas, ya que no sobrepasan los 150 m sobre el nivel del mar. Los desniveles existentes son moderados y el relieve puede considerarse de poco accidentado.

La segunda zona, entre Vejer y Facinas, muestra un relieve poco acusado, de alturas no superiores a los 100 m, pero con resaltes topográficos importantes que emergen y sobresalen notoriamente del entorno, tales como los montes de La Muela (204 m), Vejer (217 m) y San Bartolomé (444 m), y las Sierras de Retín (316 m) y La Plata (459 m).

Por último, la zona tercera diferenciada muestra un aspecto accidentado debido a la presencia de numerosas sierras montañosas de alturas considerables. La mayor elevación del Estudio es el monte Luna, con 786 m, situado en la sierra del mismo nombre. Otras sierras significativas cuyas cotas son superiores a los 400 m son las de Ojén, Bujedo, Cabrito, Enmedio, etc. La naturaleza areniscosa de los materiales favorece la formación de crestos y cortados, que dan al paisaje un aspecto agreste.

2.3. GEOMORFOLOGIA

El Tramo objeto de estudio presenta una geomorfología muy variada, condicionada tanto por la litología como por la estructura de los materiales aflorantes.

Básicamente se han distinguido cuatro zonas o dominios con características geomorfológicas propias:

- l) Zona llana y suavemente alomada. Se localiza en la primera mitad del Tramo y corresponde a áreas ocupadas por depósitos terciarios detríticos y margosos, parcialmente recubiertos por sedimentos arenosos de origen eólico. El relieve es suavemente alomado debido a la naturaleza poco competente de sus materiales y a la

escasa actividad tectónica que han sufrido. Dentro de esta unidad se ha incluido la zona llana y ligeramente deprimida de la antigua laguna de la Janda, desecada en la década de los años cincuenta.

Los contrastes topográficos son insignificantes, y únicamente pueden plantear problemas puntuales el paso de los valles de algunos ríos y arroyos que drenan este sector.

- II) Zona alomada. Se reparte irregularmente a lo largo del Tramo y generalmente se articula alrededor de los demás dominios geomorfológicos diferenciados. Su relieve, de moderado a fuertemente alomado, se ha labrado sobre formaciones de litologías muy heterogéneas, las cuales responden de forma muy desigual frente a los agentes erosivos.

Por otro lado, el plegamiento de los estratos tienden a acentuar la formación de cerros y lomas de diversa consideración. Las pendientes topográficas suelen oscilar entre el 5 % y el 20%.

- III) Zona de sierras montañosas y relieve accidentado.

Se distinguen dos subzonas accidentadas pero con morfologías completamente distintas.

La primera de ellas es la correspondiente a las sierras montañosas, que dan alineaciones más o menos orientadas, tipo "cuerda". El terreno más abrupto y quebrado se localiza al norte de Tarifa, debido a la confluencia de numerosas sierras, estructuradas según las direcciones principales: NW-SE, N-S y NE-SW.

La otra subzona se sitúa en las inmediaciones de Vejer y de La Muela. En este caso los cerros destacan del entorno fundamentalmente debido a una mayor resistencia a la erosión que los materiales circundantes. La Muela presenta un relieve invertido a causa de su estructura sinclinal, mientras que el monte de Vejer tiene un aspecto monolítico con morfología de "cuesta", originado por el buzamiento monoclinal de sus capas.

Aparte de la litología, los diferentes estilos tectónicos de cada subzona es determinante en la geomorfología que presentan cada una de ellas.

- IV) Zona del litoral. Esta unidad se ha diferenciado en base a que a que las formas geomorfológicas que presentan son muy específicas de un medio tan singular como es el del litoral.

La zona se enmarca dentro de la amplia unidad geomorfológica del Golfo de Cádiz, situada en la parte más meridional de nuestras costas. Presenta un relieve muy contrastado, debido a la influencia de tres dominios enmarcados dentro de las Cordilleras Béticas: La Depresión del Guadalquivir, el Dominio Subbético y los mantos alóctonos del Campo de Gibraltar.

Por otro lado, un medio tan singular como el litoral da formas geomorfológicas muy características, algunas de las más significativas son:

- Acantilados rocosos
- Playas
- Marismas
- Cordones litorales
- Depósitos eólicos (Dunas)
- Terrazas marinas

En la Figura 2.3 se encuentran representadas esquemáticamente las zonas descritas.

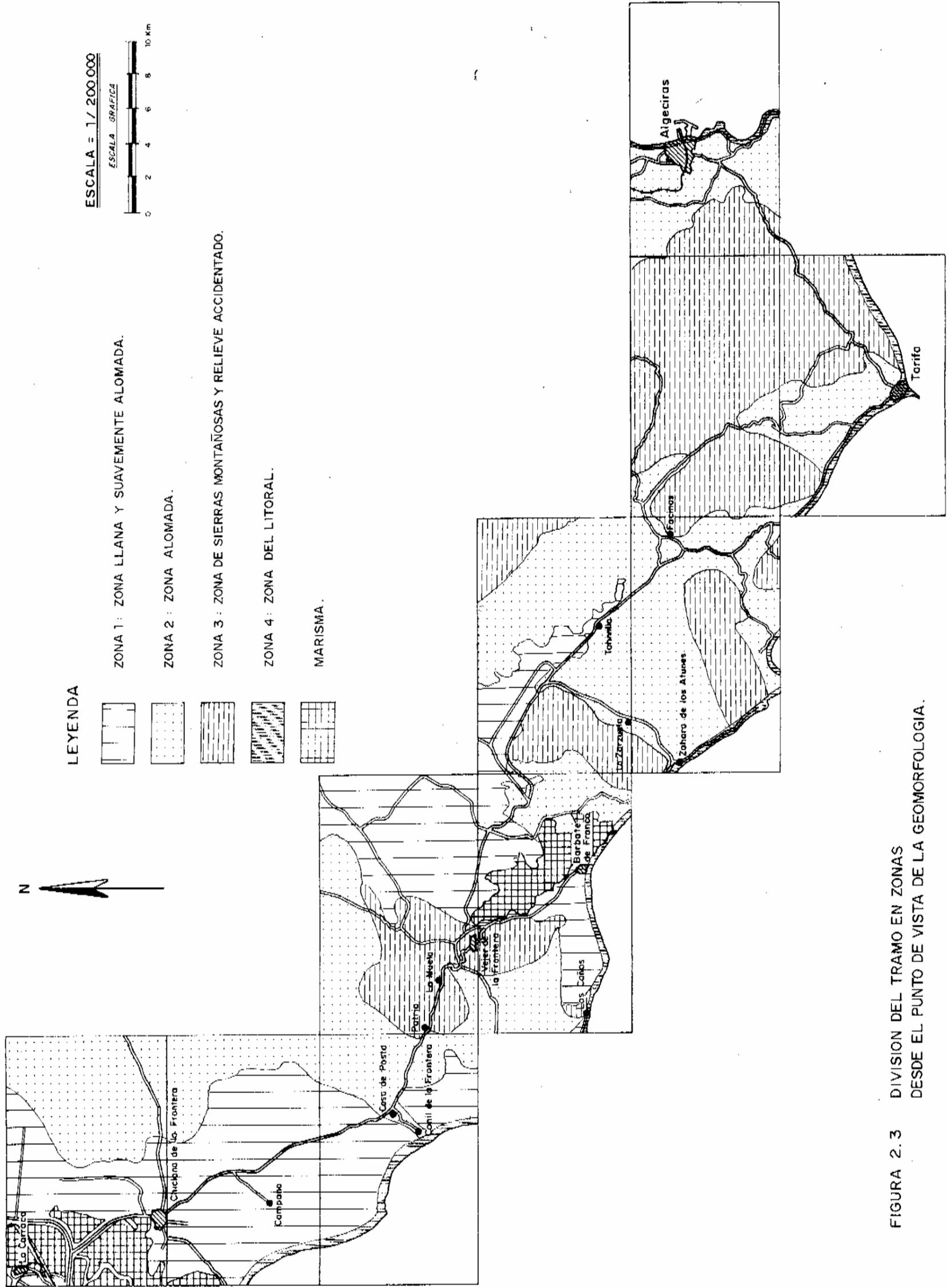


FIGURA 2.3 DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA GEOMORFOLOGIA.

2.4. ESTRATIGRAFIA

La estratigrafía del Tramo es muy amplia y compleja, debido, en parte, a la superposición de mantos o escamas del Complejo Alóctono de Gibraltar.

Para una mejor comprensión y exposición de los materiales, la descripción de los mismos se realiza en base a las unidades estructurales con representación en el Tramo.

Dichas unidades son las siguientes:

- Zona subbética.
- Complejo del Campo de Gibraltar.
- Complejo Tectosedimentario mioceno con bloques diversos.
- Complejo del Campo del Gibraltar
 - Serie del Aljibe.
 - Serie de Aljeciras-Bujeo.
 - Serie de Almarchal.
 - Serie del Tambor.
- Materiales post-tectónicos.
- Sedimentos cuaternarios.

ZONA SUBBETICA

Los materiales más antiguos de esta Unidad, así como del Estudio, pertenecen al Triásico, y corresponden a arcillas y yesos, con intercalaciones de areniscas, en facies de tipo "germano-andaluz". Entre las arcillas es frecuente los afloramientos de dolomías negras, mientras que los asomos de ofitas son prácticamente inexistentes.

El Jurásico aparece en pequeños isleos y está representado por calizas, dolomías y margas.

El Cretácico, que en muchas ocasiones se apoya sobre el Triásico, comprende niveles de margocalizas, margas y calizas.

El Terciario presenta dos unidades litoestratigráficas: la más antigua corresponde al Paleoceno y está formada por una sucesión de calizas y margas, y la segunda, de edad oligocena, se compone de margas y calizas.

COMPLEJO DEL CAMPO DE GIBRALTAR

Serie del Tambor

La serie del Tambor está compuesta por materiales del Cretácico Inferior, con características de turbiditas en facies de lóbulos deposicionales. La base es una alternancia de arcillas y areniscas, con predominio de las primeras, mientras que hacia techo disminuyen las arcillas y abundan mucho más las areniscas.

Serie de Almarchal

Esta unidad constituye, como se verá a continuación, la base de algunos de los mantos del Complejo del Campo de Gibraltar.

La serie, que comienza en el Cretácico Superior, está representada hasta el Paleoceno por una sucesión alternante de arcillas margosas y calizas. El techo corresponde al Eoceno Inferior, compuesto por una alternancia de margas y calizas.

Serie de Aljeciras-Bujeo

Abarca desde el Cretácico Superior hasta el Oligoceno Superior.

La base, de edad Senoniense, está formada por una sucesión de arcillas y calizas equivalentes en edad y facies a las definidas en la serie de Almarchal.

A continuación se deposita un tramo intermedio de arcillas y areniscas, en el que se intercalan sucesiones de calizas y arcillas, arcillas argilíticas y margas y calizas, areniscas, arcillas y limolitas, algunas de ellas en facies típicas de flysch. Este tramo alcanza desde el Paleoceno hasta el Oligoceno Inferior.

Por último, el Oligoceno Medio y Superior se caracteriza por estar compuesto por turbiditas arenosas (flysch margo-areniscoso micáceo). Litológicamente se diferencian dos facies: una de margas y areniscas micáceas, y otra de idéntica litología, pero con intercalaciones de areniscas silíceas similares a las del Aljibe.

Serie del Aljibe

Comprende desde el Cretácico Superior hasta el Mioceno.

Como en el caso anterior, la base corresponde a las arcillas margosas y calizas de las facies Almarchal, culminadas en algunas zonas por arcillas rojas.

Seguidamente se deposita una alternancia de margas, areniscas y calizas, con "cuerpos" intercalados de calizas, areniscas y arcillas.

Sobre la unidad anterior se localizan unas arcillas rojas con niveles de areniscas, que para muchos autores constituye la base natural de la serie de Aljibe. Entre las arcillas aparecen series intercaladas de calizas, margas y areniscas. Este tramo comienza en el techo del Paleoceno y finaliza en el Oligoceno Superior.

Por último, el techo de la unidad de edad miocena, está compuesto por las denominadas Areniscas del Aljibe, que corresponde al nivel más característico de la serie. Se trata de un potente grupo de areniscas silíceas de tonos claros, con intercalaciones irregulares de pelitas.

Complejo Tectosedimentario mioceno con bloques diversos

Este complejo está constituido por un conjunto de arcillas miocénicas, de colores rojos y verdes, satinadas y de aspecto esquistoso, que contienen restos de trazas fósiles (Tubotomaculum), nódulos de azufre y ocasionalmente yesos, así como niveles intercalados de areniscas calcáreas.

La característica principal de estas arcillas es la de englobar numerosos bloques, algunos de ellos de dimensiones kilométricas, de muy diversa litología y edad, abarcando desde el Jurásico hasta el Mioceno.

MATERIALES POST-TECTONICOS

Se han distinguido los siguientes:

El Mioceno comienza con unas margas silíceas blanquecinas, conocidas regionalmente como "albarizas" o "moronitas".

Sobre el conjunto anterior se apoya una serie cuya base corresponde a una formación de margas arenosas, seguidas de una alternancia de margas, biocalcarenitias y arenas, hasta culminar en una serie de biocalcarenitias.

El Plioceno se compone de sedimentos eminentemente arenosos, entre los que se intercalan biocalcarenitias, calizas pulverulentas, arcillas y areniscas ferruginosas.

El plio-cuaternalio aparece representado por depósitos tipo "raña" y por arenas arcillosas de tonos rojizos.

SEDIMENTOS CUATERNARIOS

Los materiales cuaternarios son extensos y de muy diverso origen y composición, debido a que en este Estudio confluyen los dominios marino, continental y mixto.

Dentro del dominio marino los depósitos más representativos corresponden a los de playa, dunas, cordones litorales y terrazas.

Las marismas de los ríos Guadalete y Barbate son los elementos más importantes del dominio mixto.

Por último, en el dominio continental cabe destacar los depósitos de origen fluvial (aluviales y terrazas), lacustre (laguna de la Janda) y las masas deslizadas al pie de las sierras montañosas.

En la Figura 2.4 se representa de forma esquemática la columna estratigráfica general del Tramo

2.5. TECTONICA

El Tramo Chiclana de la Frontera-Los Barrios, se halla ubicado en el marco estructural de la Cordillera Bética, y abarca, dentro de ella, dos unidades distintas. Una pequeña parte del sector occidental del Tramo pertenece al Subbético Medio, mientras que el resto del mismo se encuadra en el denominado Complejo de Gibraltar.

Cada unidad presenta características diferentes debido a la distinta litología y dominios paleogeográficos que las integran, así como a los esfuerzos tectónicos que han sufrido.

La Zona Subbética muestra en detalle una estructura interna muy compleja y variada. Se trata de un vasto conjunto desplazado hacia el N o NW, que cabalga sobre la parte más interna de la zona prebética, pero subdividido a su vez en numerosos frentes, algunos de los cuales han podido desplazarse considerablemente hacia el Norte en épocas más tardías, de modo que pueden encontrarse algunos elementos subbéticos en la depresión del Guadalquivir por delante del frente de la zona prebética. Estos mantos de corrimiento tienen una clara vergencia al N y NNW.

CUATERNARIO Y PLIO-CUATERNARIO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Aluvial. Limos, arcillas, arenas y gravas.	CUATERNARIO	A 1	GT 1
	Aluvial. Gravas y bolos poligenicos con matriz areno-limosa.	CUATERNARIO	a 2	GT 1
	Eluvial. Arenas con cantos dispersos.	CUATERNARIO	v	GT 6
	Aluvio-Coluvial. Arenas limosas con cantos dispersos.	CUATERNARIO	ac	GT 6
	Coluvion. Limos, arenas, arcillas, cantos y bloques.	CUATERNARIO	c 1	GT 7
	Masas Deslizadas. Bloques y cantos con matriz arcillosa.	CUATERNARIO	C 2	GT 7
	Cono de Deyeccion. Limos, arenas, arcillas y cantos.	CUATERNARIO	d 1	GT 6
	Cono de Deyeccion. Cantos y bloques con matriz arcillo-limosa.	CUATERNARIO	D 2	GT 7
	Abanico Aluvial. Arenas arcillosas con cantos dispersos.	CUATERNARIO	AA	GT 6
	Lacustre. Arcillas grises.	CUATERNARIO	L	GT 8
	Terraza Fluvial. Gravas poligenicas con matriz areno-limosa.	CUATERNARIO	ta	GT 2
	Marisma. Limos, arcillas y arenas con abundante materia organica.	CUATERNARIO	M	GT 3
	Nivel Marino. Limos y arcillas con niveles arenosos.	CUATERNARIO	r 1	GT 3
	Cordon Litoral. Arenas, gravas y conchas, parcialmente cementadas.	CUATERNARIO	r 2	GT 4
	Depositos Litorales. Arenas finas.	CUATERNARIO	R 3	GT 9
	Palustre. Arcillas, limos y arenas.	CUATERNARIO	P	GT 6
	Manto Eolico. Arenas finas.	CUATERNARIO	e	GT 9
	Dunas. Arenas finas mal clasificadas.	CUATERNARIO	DE	GT 9
	Dunas Cementadas. Arenas finas cementadas, mal clasificadas.	CUATERNARIO	DEC	GT 9
	Playa. Arenas finas con algunas gravas dispersas.	CUATERNARIO	RE	GT 9
	Terraza Marina. Conglomerado de gravas calcareas y restos de conchas.	CUATERNARIO	TR 1	GT 4
	Terraza Marina. Arenas arcillosas con algunas gravas dispersas.	CUATERNARIO	TR 2	GT 5
	Gravas y bolos poligenicos con matriz arcillosa.	PLIO-CUATERNARIO	350 a	GT 2
	Arenas y gravillas con matriz arcillosa.	PLIO-CUATERNARIO	350 b	GT 5

FIG. 2.4.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERAL DEL TRAMO

MATERIALES POSTOROGENICOS				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Arenas verdes con fosiles	PLIOCENO	322 d	GT 10
	Arenas finas con intercalaciones de arcillas y areniscas	PLIOCENO	322 c	GT 10
	Calizas blanquecinas pulverulentas	PLIOCENO	322 b	GT 19
	Arenas amarillas con intercalaciones de biocalcarenitas	PLIOCENO	322 a	GT 11
	Biocalcarenitas.	MIOCENO SUPERIOR	321 m	GT 12
	Calizas arenosas	MIOCENO SUPERIOR	321 l	GT 17
	Alternancia irregular de biocalcarenitas y arenas fosiliferas	MIOCENO SUPERIOR	321 k	GT 11
	Biocalcarenitas.	MIOCENO SUPERIOR	321 j	GT 12
	Alternancia irregular de margas y biocalcarenitas.	MIOCENO SUPERIOR	321 i	GT 14
	Biocalcarenitas.	MIOCENO SUPERIOR	321 h	GT 12
	Margas arenosas azules.	MIOCENO SUPERIOR	321 g	GT 18
	Arenas finas amarillentas.	MIOCENO SUPERIOR	321 f	GT 10
	Margas silíceas blanquecinas.	MIOCENO MEDIO-INFERIOR	321 e	GT 18

COMPLEJO TECTOSEDIMENTARIO MIOCENO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Areniscas calcareas con intercalaciones arcillosas	MIOCENO INFERIOR	321 d	GT 13
	Alternancia de calizas granudas, calizas bioclasticas y margas.	MIOCENO INFERIOR	321 c	GT 17
	Areniscas del Aljibe con intercalaciones arcillosas	MIOCENO INFERIOR	321 b	GT 15
	Areniscas y arcillas	OLIGOCENO	313 d	GT 13
	Alternancia de calizas y margas arenosas.	EOCENO	312 e	GT 13
	Alternancia de calizas arenosas y margas.	EOCENO	312 d	GT 13
	Arcillas margosas y calizas de Almarchal.	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14
	Arcillas con intercalaciones de areniscas.	CRETACICO INFERIOR	231 d	GT 14
	Calizas	JURASICO SUPERIOR	223	GT 17
	Arcillas con Tubotomaculum y areniscas.	MIOCENO INFERIOR	321 a	GT 14

FIG. 2.4. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERAL DEL TRAMO (CONTINUACION)

SERIE DEL ALJIBE				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Areniscas del Aljibe con intercalaciones arcillosas	MIOCENO INFERIOR	321 b	GT 15
	Alternancia de margas, areniscas y calizas.	OLIGOCENO	313 a	GT 13
	Alternancia de calizas y margas arenosas.	EOCENO	312 e	GT 13
	Arcillas rojas con intercalaciones de areniscas calcareas ferruginosas	PALEOCENO	311 f	GT 14
	Arcillas margosas con intercalaciones de areniscas	PALEOCENO	311 e	GT 14
	Calizas arenosas y arcillas.	PALEOCENO	311 d	GT 13
	Calizas arenosas	PALEOCENO	311 c	GT 17
	Margas con intercalaciones de areniscas y calizas.	PALEOCENO	311 b	GT 14
	Arcillas rojas.	CRETACICO SUPERIOR	232 d	GT 18
	Arcillas margosas y calizas de Almarochal.	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14

SERIE DE ALGECIRAS - BUJEO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Alternancia irregular de margas y areniscas micaceas.	OLIGOCENO	313 b	GT 16
	Alternancia irregular de areniscas micaceas siliceas y margas.	OLIGOCENO	313 a	GT 16
	Arcillas, limolitas, calizas y areniscas.	EOCENO	312 f	GT 14
	Alternancia tipo flysch de calizas y arcillas.	EOCENO	312 d	GT 13
	Arcillas y areniscas.	PALEOCENO	311 h	GT 14
	Arcillas argilificas y margas.	PALEOCENO	311 g	GT 18
	Calizas con intercalaciones arcillosas.	PALEOCENO	311 f	GT 13
	Arcillas margosas y calizas de Almarochal.	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14

FIG. 2. 4. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERAL DEL TRAMO (CONTINUACION)

SERIE DE ALMARCHAL				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Alternancia tipo flysch de margas y calizas.	EOCENO	312 c	GT 14
	Arcillas margosas / calizas de Almarchal	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14

SERIE DEL TAMBOR				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Areniscas con intercalaciones esporadicas de arcillas.	CRETACICO INFERIOR	231 b	GT 16
	Arcillas con intercalaciones de areniscas.	CRETACICO INFERIOR	231 a	GT 14

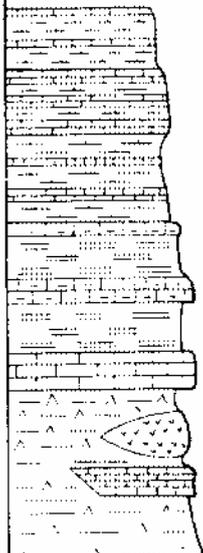
SUBBETICO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Alternancia de margas y calizas	EOCENO	312 b	GT 14
	Alternancia irregular de calizas y margas.	PALEOCENO	311 a	GT 13
	Margas blanquecinas con intercalaciones de calizas.	CRETACICO SUPERIOR	232 a	GT 19
	Alternancia irregular de margocalizas y margas blanquecinas	CRETACICO INFERIOR	231 c	GT 19
	Calizas, dolomias y margas	JURASICO INFERIOR	221	GT 17
	Ofitas.	TRIASICO SUPERIOR	213 c	GT 20
	Dolomias.	TRIASICO SUPERIOR	213 b	GT 17
	Arcillas, yesos y areniscas.	TRIASICO SUPERIOR	213 a	GT 21

FIG. 2.4.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERAL DEL TRAMO (CONTINUACION)

Posteriormente tiene lugar otra etapa importante de deformación, en la que se originaron fallas inversas y cabalgamientos de vergencia opuesta a la anterior, es decir hacia el S o SSE.

También aparecen estructuras de tipo halocinético así como pliegues y fallas de edades diversas que complican notablemente la estructura final.

Los rasgos generales o principales de la Zona Subbética fueron generados en tres etapas de deformación: en el Cretácico Medio, en el Eoceno Superior y/o Oligoceno, y la última entre el Burdigaliense y el Vindoboniense (o ya en el Vindoboniense más bajo). Posteriormente en el Mioceno Superior y el Plioceno, sin descartarse el Cuaternario totalmente, se han producido pliegues de gran radio y fallas, sin relación con los rasgos estructurales anteriores. Los sedimentos de la Zona subbética fueron depositados algunas decenas de kilómetros al SE de su posición actual.

El complejo del Campo de Gibraltar forma un conjunto conocido en la literatura geológica como "flysch del Campo de Gibraltar". Ultimamente este término se utiliza poco debido a que muchas unidades no están constituidas por formaciones de tipo flysch, aunque las investigaciones más modernas han confirmado la preponderancia de las formadas por turbiditas.

El Complejo no afloran exclusivamente en esta región, sino que también aparecen hacia el NE cerca del contacto entre las zonas internas y externas, en el extremo occidental de la depresión de Guadix y hasta unos 45 km al ENE de Granada. Por otra parte, estas unidades también se continúan al otro lado del estrecho, bordeando a modo de orla casi continua las cordilleras norteafricanas, hasta el punto de alcanzar Sicilia e Italia del Sur.

Las unidades del Campo de Gibraltar aparecen en la actualidad agrupadas en una serie de mantos desunidos entre sí y superpuestos tectónicamente a las unidades subbéticas. Aunque a estos mantos se les supone una importante aloctonía teniendo en cuenta que no se conoce la raíz de los mismos, algunos autores manifiestan que ciertos elementos considerados como mantos no serían sino "klippes sedimentarios" y que el conjunto tendría un carácter tectonosedimentario. A pesar de que se admite ésta última afirmación no se han encontrado pruebas que permitan generalizarla para todo el conjunto.

Los mantos de corrimiento son mantos deslizados por mecanismos de gravedad, ya que la potencia escaza en relación con su extensión superficial, así como la naturaleza incompetente de los materiales que los constituyen, confirmar esta interpretación. En lo que se refiere a la edad del emplazamiento, su comienzo debe ser posterior al Aquitaniense y es seguro que habría finalizado al final del Mioceno Superior.

2.6. SISMICIDAD

Según la NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE (PARTE GENERAL Y EDIFICACIÓN) (NCSE-94), el Tramo Chiclana de la Frontera-Los Barrios se halla situado en una zona cuya aceleración sísmica básica, a_b , está comprendida entre $0,04 = < a_b/g < 0,13$, según puede apreciarse en el Mapa de Peligrosidad Sísmica representado en la Figura 2.5, aunque a efectos prácticos la aceleración sísmica básica varía entre 0.04, en el término municipal de Algeciras, y 0,07 en el término municipal de Zahara de los Atunes.

El Mapa representado en la Figura 2.5 suministra, para cada punto del territorio y expresada en relación al valor de la gravedad, la aceleración sísmica básica, a_b , un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un punto de retorno para quinientos años.

Por otro lado, el coeficiente de contribución k , el cual tiene en cuenta la influencia en la peligrosidad sísmica de cada punto de los distintos tipos de terremotos considerados en el cálculo de la misma, oscila entre 1,2, en el término municipal de Zahara de los Atunes, y 1,4 en el término de Conil de la Frontera.

La aceleración sísmica de cálculo, a_c , se define como el producto:

$$a_c = p a_b$$

donde:

a_b : es la aceleración básica

p : es un coeficiente adimensional de riesgo cuyo valor, en función del período de vida en años, t , para el que se proyecta la construcción, viene dado por:

$$p = (t/50)^{0.37}$$

siendo a efectos de cálculo:

$t \geq 50$ años para construcciones de normal importancia.

$t \geq 100$ años para construcciones de especial importancia.

En la tabla 1, se recogen los valores más usuales del coeficiente de riesgo p .

TABLA 1

COEFICIENTE DE RIESGO p	
Período de vida	p
$t = 50$	1,00
$t = 100$	1,30

En este caso se toma $t = 100$, ya que "las principales vías de comunicación de las poblaciones" se consideran construcciones de especial importancia (Apartado 1.2.2 de la Norma).

La aceleración sísmica de cálculo, a_c , en el Tramo es de :

Para $a_b=0,04$, $a_c=0,05$ g

y para $a_b=0,07$, $a_c=0,09$ g

Según el apartado 1.2.3, Criterios de aplicación de la Norma, en las construcciones de normal y especial importancia es obligatoria la aplicación de esta Norma cuando la aceleración sísmica de cálculo, a_c , es igual o superior a 0,06 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

A continuación se citan los términos municipales en los que es necesaria la aplicación de la Norma, con sus respectivos valores de la aceleración básica, a_b , el coeficiente de contribución, k, y la aceleración de cálculo, a_c , para un periodo de vida, t, de 100 años.

Término Municipal	a_b/g	k	a_c
Barbate	0,05	(1,4)	0,06 g
Conil de la Frontera	0,05	(1,4)	0,06 g
Chiclana de la Frontera	0,05	(1,4)	0,06 g
Medina Sidonia	0,05	(1,4)	0,06 g
Puerto Real	0,06	(1,4)	0,07 g
San Fernando	0,06	(1,4)	0,07 g
Vejer de la Frontera	0,05	(1,4)	0,06 g
Zahara de los Atunes	0,07	(1,2)	0,09 g

En los futuros proyectos de construcción de vías de comunicación, tales como autovías y autopistas, será necesaria la aplicación de la Norma en los términos municipales anteriormente reseñados. Dicha aplicación debe hacerse calculando la estructura para la acción sísmica definida en los capítulos 2 y 3 y respetando las reglas de diseño y las prescripciones constructivas indicadas en el capítulo 4.

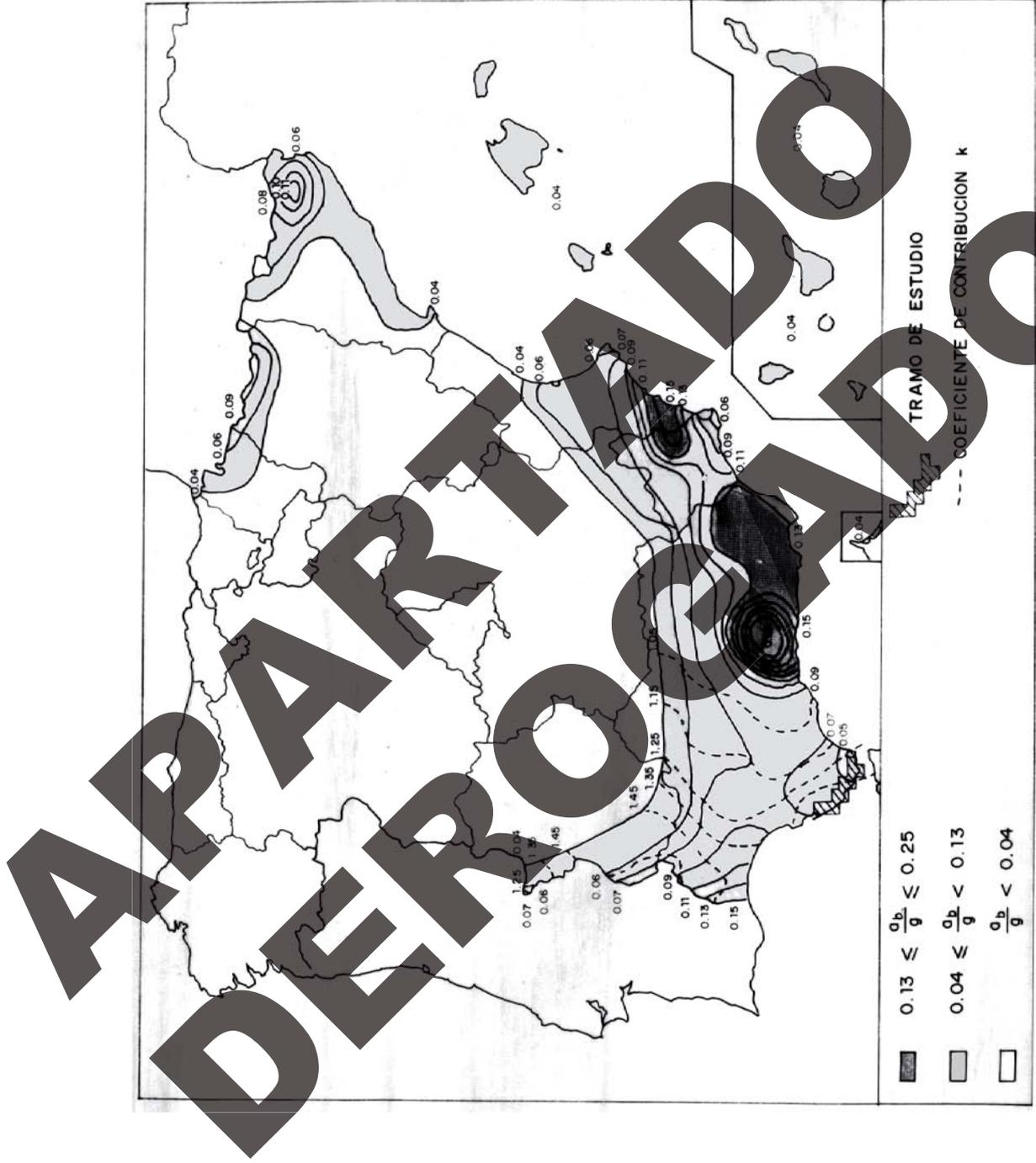


FIGURA 2.5. SITUACIÓN DEL TRAMO EN EL MAPA SISMORRESISTENTE

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.1. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

El Tramo Chiclana de la Frontera - Los Barrios se ha considerado conveniente dividirlo en una serie de Zonas, atendiendo a sus características geomorfológicas y tectónicas, con el fin de facilitar la exposición y comprensión de los materiales presentes en el Estudio.

En la Figura 3.1 se hallan representadas las Zonas en que ha sido dividido el Tramo de Estudio. Son las siguientes:

Zona 1: Zona llana y suavemente alomada

Zona 2: Zona alomada

Zona 3: Zona de sierras montañosas y relieve accidentado

Zona 4: Zona del litoral

En la Figura 3.2 se muestran los diversos bloques-diagramas y cortes geológicos esquemáticos que se han realizado en el presente capítulo.

3.2. ZONA 1: LLANA Y SUAVEMENTE ALOMADA

3.2.1. Geomorfología

La Zona 1 ocupa las siguientes Hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000:

Nº	Hoja	Cuadrantes
1069	Chiclana de la Frontera	3 (p) y 4 (p)
1073	Vejer de la Frontera	1 (p), 2 (p) y 4 (p)
1074	Tahivilla	3 (p)

(p) parte

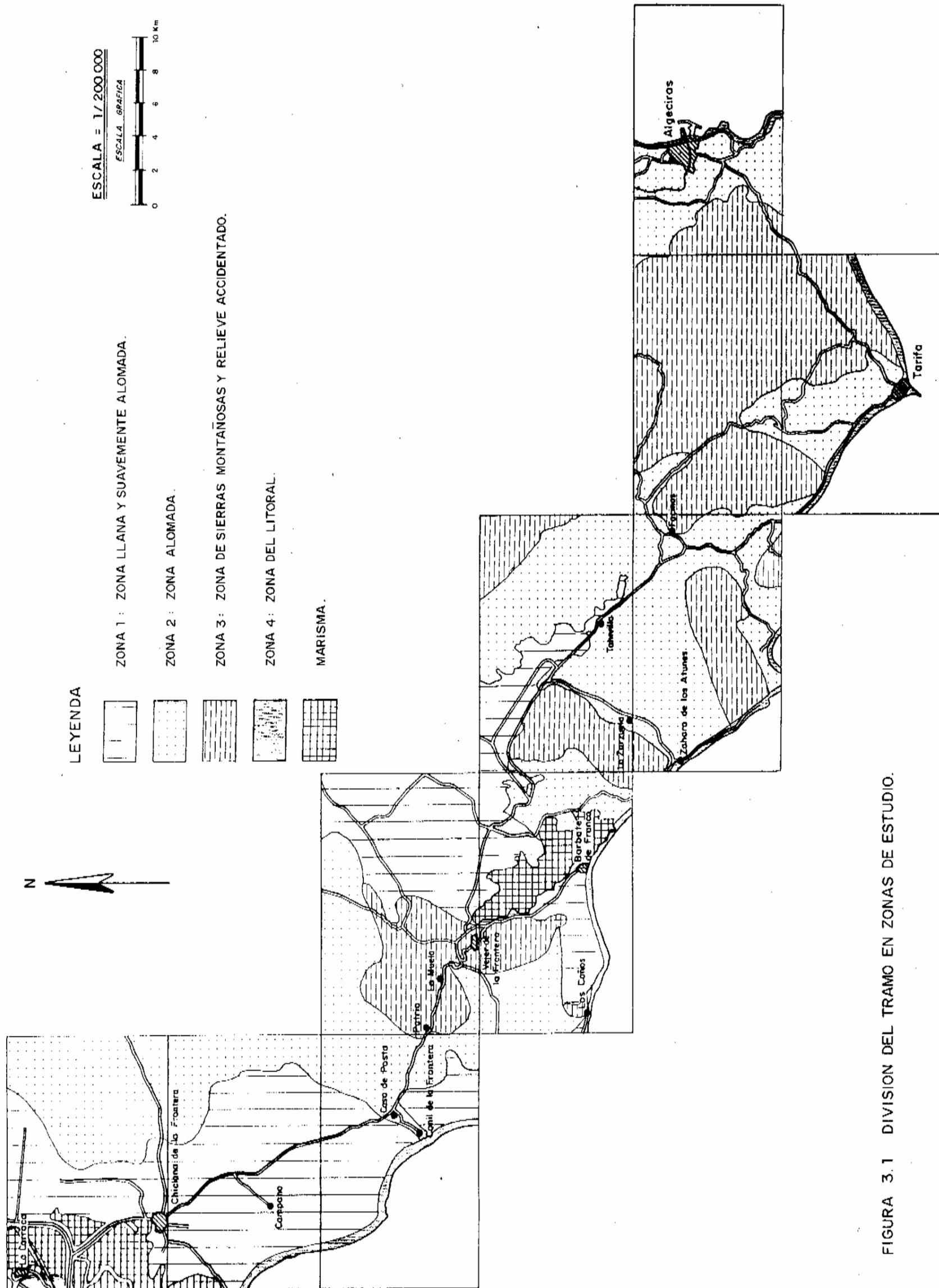


FIGURA 3.1 DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO.

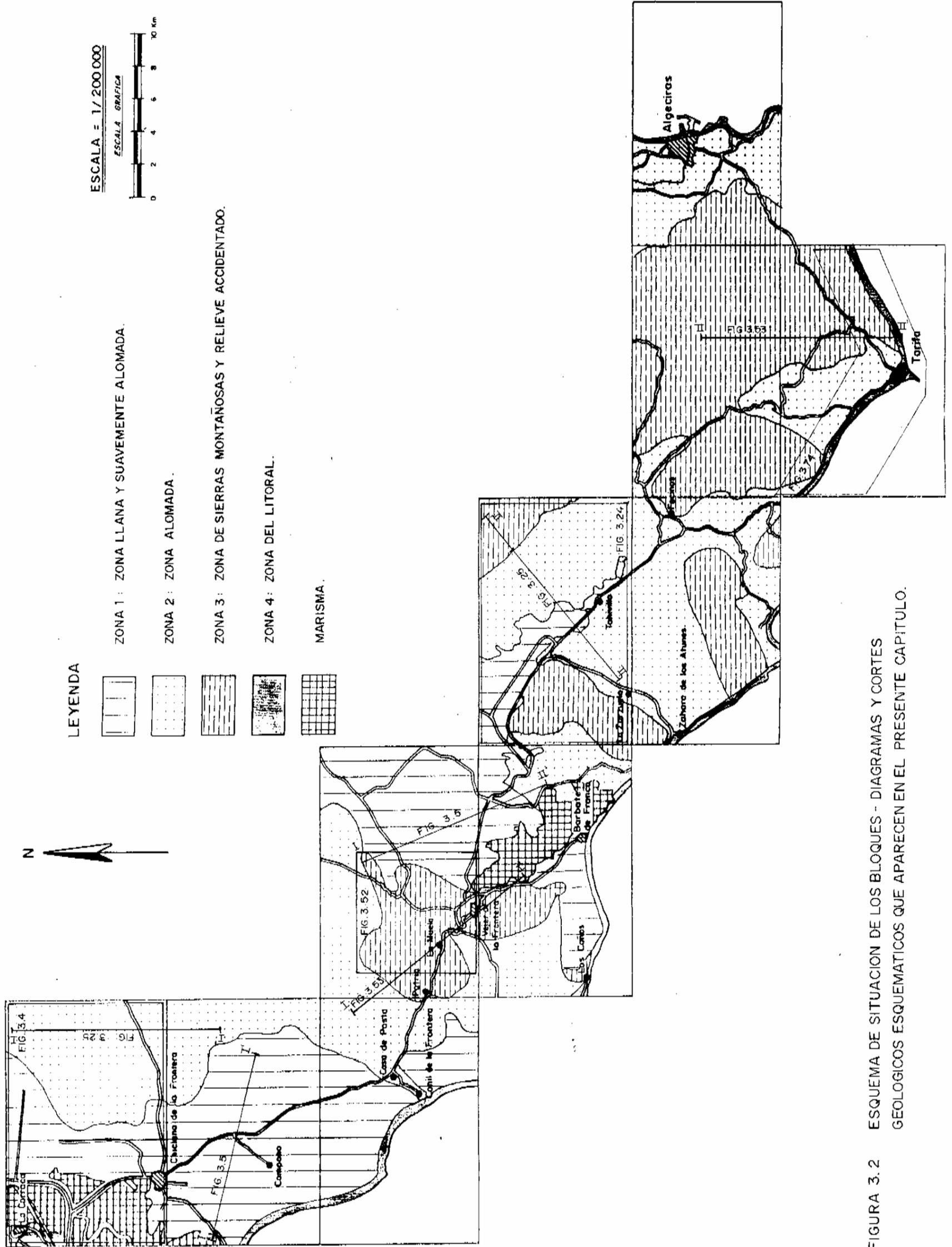


FIGURA 3.2 ESQUEMA DE SITUACION DE LOS BLOQUES - DIAGRAMAS Y CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS QUE APARECEN EN EL PRESENTE CAPITULO.

En la Figura 3.3 se muestra la ubicación de la Zona 1 dentro del Tramo, así como la situación de un bloque-diagrama y de dos cortes geológicos esquemáticos realizados en la misma.

Morfológicamente esta Zona se caracteriza por presentar un relieve suavemente alomado, en algunos casos tipo planicie, recubierto parcialmente por depósitos de glaciares, mantos eólicos y dunas. Esta morfología suave se debe fundamentalmente a la relativa homogeneidad y escasa competencia de los materiales, que propicia una erosión y denudación homogénea generalizada. Otro factor importante que contribuye a este tipo de relieve es la escasa deformación que tienen los sedimentos, ya que cuando ha podido apreciarse su estratificación, ésta es subhorizontal.

Las cotas no superan los 100 m de altitud y las pendientes son inferiores al 7 %. Los únicos accidentes reseñables corresponden a los valles y arroyos que drenan el área. Los ríos más importantes son el Iro y el Almodóvar. Discurren por valles poco profundos y amplios, típico del curso bajo de los ríos, próximos a su desembocadura.

El río Almodóvar constituye un caso especial; en el Pleistoceno atravesaba la depresión de la Janda, que posteriormente comienza a funcionar como una laguna, debido a causas no muy conocidas, pero posiblemente relacionados con fenómenos climáticos o con elevaciones del nivel de base durante la transgresión postglacial. La laguna se mantuvo como tal hasta los años cincuenta, en que fue desecada artificialmente.

3.2.2. Tectónica

Los sedimentos que configuran esta zona son posttectónicos, es decir, que se depositaron en una gran depresión con posterioridad al paroxismo tectónico de la región. Sin embargo, presentan ciertas deformaciones originadas por una neotectónica reciente.

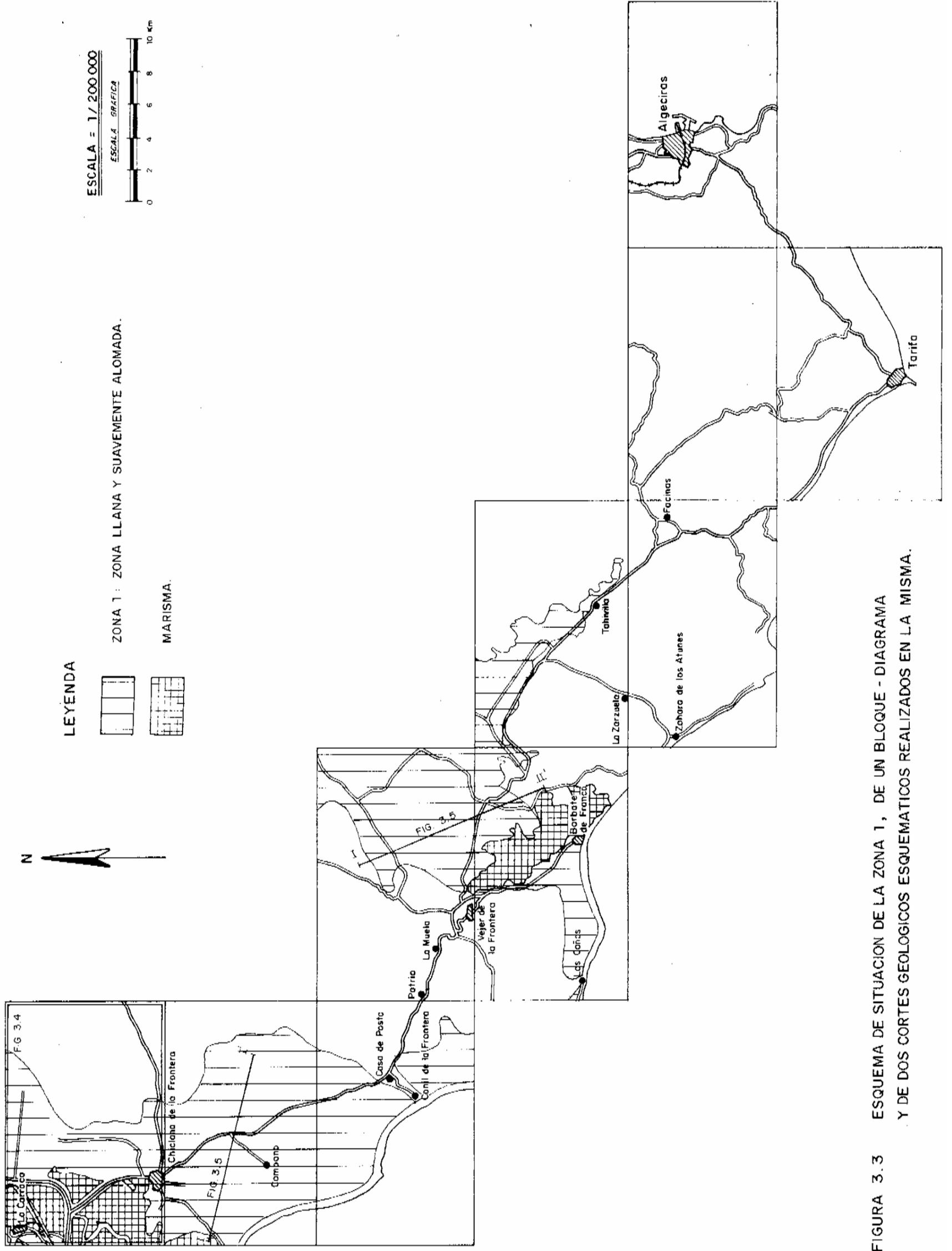


FIGURA 3.3 ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 1, DE UN BLOQUE - DIAGRAMA Y DE DOS CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS REALIZADOS EN LA MISMA.

La dirección de las capas y los ejes de los pliegues oscilan entre N 10° E y N 30° E, y el buzamiento de las capas no supera en ningún caso los 40°. A esta fase pertenece el sinclinatorio de Conil-Cabo Roche.

La densidad de fracturación es baja, distinguiéndose cuatro familias de fracturas: N 80°-110° E, N 15° E, N 150° E y N 55° E.

Benkhelil (1976) propone la existencia de dos fases de deformación para la cobertera mio-pliocena. La primera de carácter distensivo, de edad mio-pliocena, y la segunda compresiva, de edad finipliocena. Por otra parte, Virguier (1974), cuyas investigaciones se centraron en la cuenca del Guadalquivir, apunta que en el interior de la Bahía de Cádiz el plegamiento debió de producirse durante el Mioceno final-Plioceno, a la vez que el levantamiento de las Zonas Béticas y Subbéticas, participando también movimientos halocinéticos del Triásico, los cuales en algunos puntos pudieron actuar hasta el Plioceno Superior y el Cuaternario Antiguo.

Posteriormente tuvo lugar una etapa compresiva de edad Finipliocena y Pleistocena, durante la cual el Plioceno Inferior y Medio llega a buzarse hasta 15°, y el Plioceno Superior se pliega en estructuras de gran radio de curvatura, pero de intensidad imperceptible.

Resumiendo, las directrices estructurales de la primera etapa de deformación y de la segunda etapa compresiva, son similares a las directrices generales de la cadena en esta región. Por tanto, es lógico pensar que las direcciones generales y la dirección de los esfuerzos que originaron el Arco de Gibraltar se hayan mantenido hasta el Cuaternario, condicionando la evolución neotectónica.

Por último, el segundo episodio compresivo finiplioceno-cuaternario dio lugar a la reactivación de fallas originadas en las fases tectónicas antiguas.

En la Figura 3.4 se muestra un bloque-diagrama característico de esta zona, y en la Figura 3.5 dos cortes geológicos esquemáticos.

3.2.3. Columna estratigráfica

Los diferentes grupos litológicos presentes en la Zona 1 son los marcados con un asterisco (*) en la columna estratigráfica de la Figura 3.6.

3.2.4. Grupos litológicos

Las formaciones geológicas distinguidas en la Zona 1 son las siguientes:

ALUVIAL, (A1)

- Litología

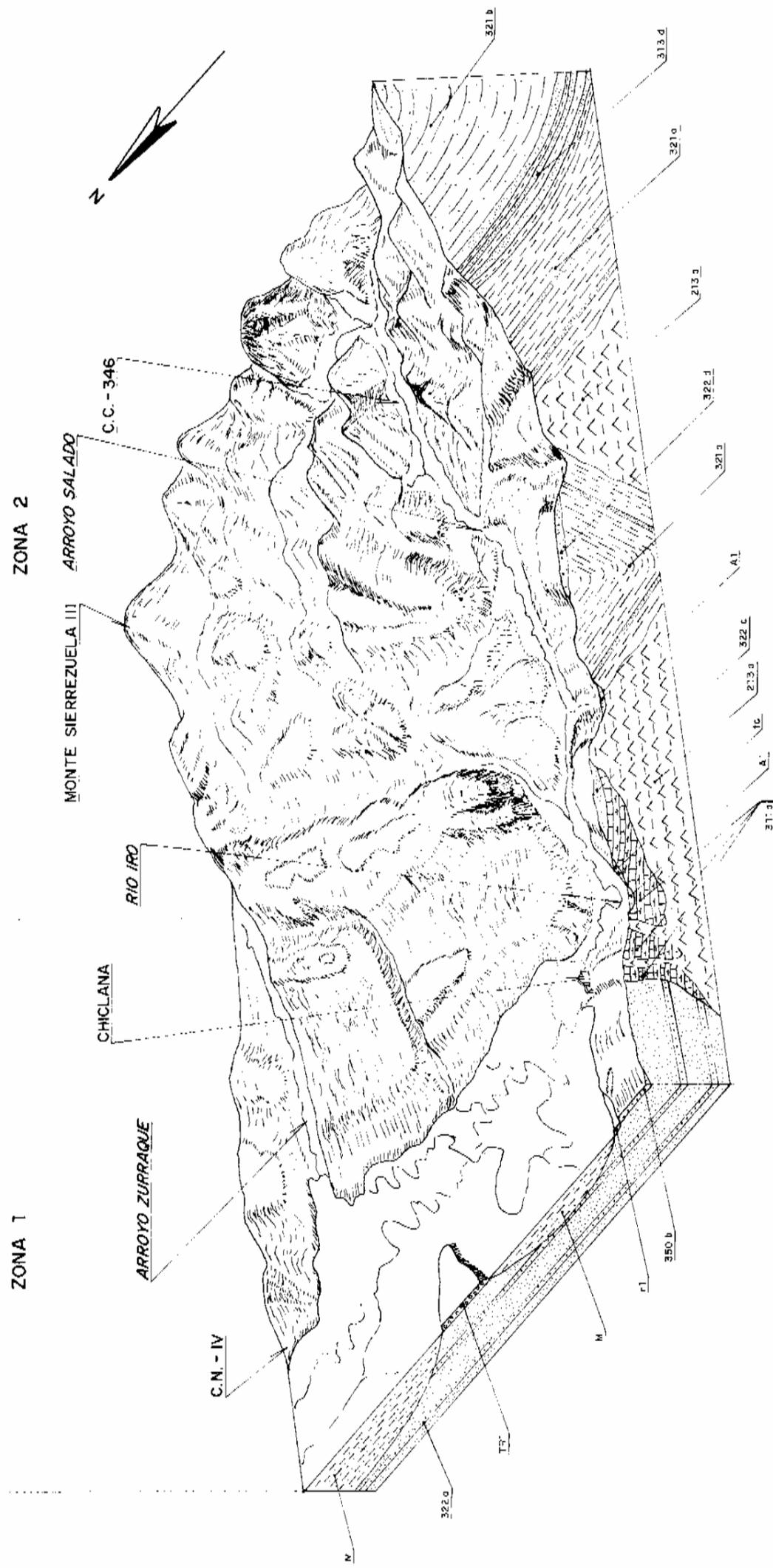
Depósitos fluviales constituidos por limos, arcillas y arenas, con lentejones de gravas intercalados.

A este grupo pertenecen la mayoría de los aluviales que aparecen en el Estudio, y la granulometría fina que predomina en su composición se debe a la escasa energía que los ríos tienen en su curso bajo, cerca de la desembocadura. (Figura 3.7).

La potencia estimada está comprendida entre 2.0 m y 8.0 m.

- Estructura

Presentan un disposición horizontal y una estructura interna lentejonar.

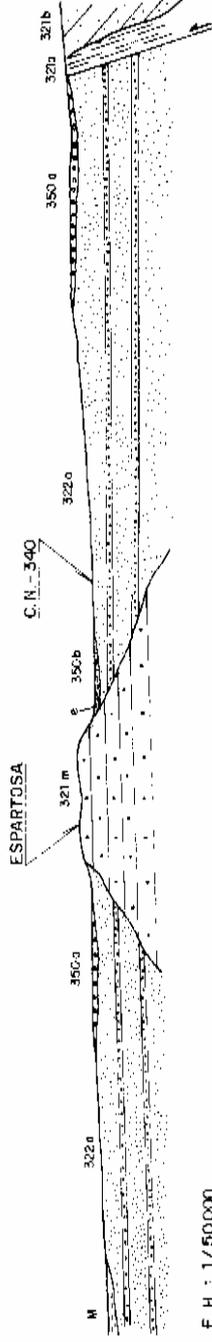


LEYENDA

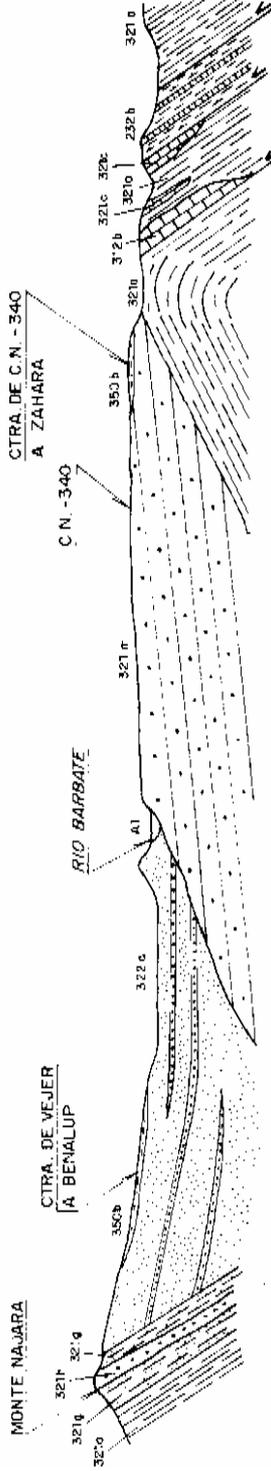
- A1 : ALUVIAL. LIMOS, ARCILLAS, ARENAS Y GRAVAS.
- T0 : TERRAZA FLUVIAL. GRAVAS POLIGENICAS CON MATRIZ ARENO - LIMOSA.
- M : MARISMA. LIMOS, ARCILLAS Y ARENAS, CON ABUNDANTE MATERIA ORGANICA.
- T1 : NIVEL MARINO. LIMOS Y ARCILLAS CON NIVELES ARENOSOS.
- TR1 : TERRAZA MARINA. CONGLOMERADO DE GRAVAS CALCAREAS Y RESTOS DE CONCHAS.
- 350b : ARENAS Y GRAVILLAS CON MATRIZ ARCILLOSA.
- 322d : ARENAS VERDES CON FOSILES.
- 322a : ARENAS AMARILLAS CON INTERCALACIONES DE BIOCALCARENITAS.
- 321b : ARENISCAS DEL ALJIBE CON INTERCALACIONES ARCILLOSAS.
- 321a : ARCILLAS CON TUBOTOMACULUM Y ARENISCAS.
- 313d : ARENISCAS Y ARCILLAS.
- 311a : ALTERNANCIA IRREGULAR DE CALIZAS Y MARGAS.
- 213a : ARCILLAS, YESOS Y ARENISCAS.

FIGURA 3.4 BLOQUE - DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LAS ZONAS 1 Y 2

I' I' E
W E



II II' SSE
NNW SSE



LEYENDA

- | | | | |
|-------|---|-------|--|
| A1 | ALUVIAL. LIMOS, ARCILLAS, ARENAS Y GRAVAS | 321 m | BIOCALCARENTAS |
| M | MAR SHA. LIMOS, ARENAS Y ARCILLAS, CON ABUNDANTE M.C. | 321g | MARGAS ARENOSAS AZULES. |
| e | MANTO EOLICO. ARENAS FINAS. | 3210 | ALTERNANCIA DE CALIZAS GRANUDAS, CALIZAS BOCALCARENTAS Y MARGAS. |
| 3500 | GRAVAS Y BOLDOS POLIGENOS CON MATRIZ ARCILLOSA. | 321b | ARENISCAS DEL ALIIBE CON INTERCALACIONES ARCILLOSAS. |
| 350 b | ARENAS Y GRAVILLAS CON MATRIZ ARCILLOSA. | 3210 | ARCILLAS CON TURBIDOCUQUUM Y ARENISCAS |
| 3220 | ARENAS AMARILLAS CON INTERCALACIONES DE BIOCALCARENTAS. | 3120 | ALTERNANCIA DE MARGAS Y CALIZAS. |
| 321 m | BIOCALCARENTAS. | 2320 | ARCILLAS MARGOSAS Y CALIZAS DE ALMARCHAL. |

CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS DE LA ZONA 1

FIGURA 3.5

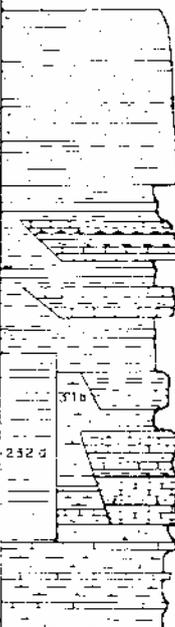
CUATERNARIO Y PLIO-CUATERNARIO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	* Aluvial. Limos, arcillas, arenas y gravas.	CUATERNARIO	A1	GT1
	Aluvial. Gravos y bolos poligenicos con matriz areno-limosa.	CUATERNARIO	a2	GT1
	* Eluvial. Arenas con cantos dispersos.	CUATERNARIO	v	GT6
	Aluvio-Coluvial. Arenas limosas con cantos dispersos.	CUATERNARIO	oc	GT6
	Coluvial. Limos, arenas, arcillas, cantos y bloques.	CUATERNARIO	c1	GT7
	Masas Deslizadas. Bloques y cantos con matriz arcillosa.	CUATERNARIO	C2	GT7
	* Cono de Deyeccion. Limos, arenas, arcillas y cantos.	CUATERNARIO	d1	GT6
	Cono de Deyeccion. Cantos y bloques con matriz arcillo-limosa.	CUATERNARIO	D2	GT7
	* Abanico Aluvial. Arenas arcillosas con cantos dispersos.	CUATERNARIO	AA	GT6
	* Lacustre. Arcillas grises.	CUATERNARIO	L	GT8
	* Terraza Fluvial. Gravos poligenicos con matriz areno-limosa.	CUATERNARIO	ta	GT2
	* Marisma. Limos, arcillas y arenas con abundante materia organica.	CUATERNARIO	M	GT3
	* Nivel Marino. Limos y arcillas con niveles arenosos.	CUATERNARIO	r1	GT3
	Cordon Litoral. Arenas, gravas y conchas, parcialmente cementadas.	CUATERNARIO	r2	GT4
	Depositos Litorales. Arenas finas.	CUATERNARIO	R3	GT9
	Palustre. Arcillas, limos y arenas.	CUATERNARIO	P	GT6
	* Manto Eolico. Arenas finas.	CUATERNARIO	e	GT9
	* Dunas. Arenas finas mal clasificadas.	CUATERNARIO	DE	GT9
	* Dunas Cementadas. Arenas finas cementadas, mal clasificadas.	CUATERNARIO	DEC	GT9
	Playa. Arenas finas con algunos gravos dispersos.	CUATERNARIO	RE	GT9
	* Terraza Marina. Conglomerado de gravos calcareos y restos de conchas.	CUATERNARIO	TR1	GT4
	* Terraza Marina. Arenas arcillosas con algunos gravos dispersos.	CUATERNARIO	TR2	GT5
	* Gravos y bolos poligenicos con matriz arcillosa.	PLIO-CUATERNARIO	350a	GT2
	* Arenas y gravillos con matriz arcillosa.	PLIO-CUATERNARIO	350b	GT5

FIG. 3.6. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 1

MATERIALES POSTOROGENICOS				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Arenas verdes con fosiles.	PLIOCENO	322 d	GT 10
	Arenas finas con intercalaciones de arcillas y areniscas.	PLIOCENO	322 c	GT 10
	* Calizas blanquecinas pulverulentas.	PLIOCENO	322 b	GT 19
	* Arenas amarillas con intercalaciones de biocalcarenitas.	PLIOCENO	322 a	GT 11
	* Biocalcarenitas.	MIOCENO SUPERIOR	321 m	GT 12
	* Calizas arenosas.	MIOCENO SUPERIOR	321 l	GT 17
	Alternancia irregular de biocalcarenitas y arenas fosiliferas.	MIOCENO SUPERIOR	321 k	GT 11
	Biocalcarenitas.	MIOCENO SUPERIOR	321 j	GT 12
	* Alternancia irregular de margas y biocalcarenitas.	MIOCENO SUPERIOR	321 i	GT 14
	* Biocalcarenitas.	MIOCENO SUPERIOR	321 h	GT 12
	* Margas arenosas azules.	MIOCENO SUPERIOR	321 g	GT 18
	* Arenas finas amarillentas.	MIOCENO SUPERIOR	321 f	GT 10
	Margas silíceas blanquecinas.	MIOCENO MEDIO-INFERIOR	321 e	GT 18

COMPLEJO TECTOSEDIMENTARIO MIOCENO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Areniscas calcareas con intercalaciones arcillosas.	MIOCENO INFERIOR	321 d	GT 13
	Alternancia de calizas granudas, calizas bioclasticas y margas.	MIOCENO INFERIOR	321 c	GT 17
	* Areniscas del Aljibe con intercalaciones arcillosas.	MIOCENO INFERIOR	321 b	GT 15
	Areniscas y arcillas.	OLIGOCENO	313 d	GT 13
	Alternancia de calizas y margas arenosas.	EOCENO	312 e	GT 13
	Alternancia de calizas arenosas y margas.	EOCENO	312 d	GT 13
	Arcillas margosas y calizas de Almarchal.	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14
	Arcillas con intercalaciones de areniscas.	CRETACICO INFERIOR	231 d	GT 14
	Calizas.	JURASICO SUPERIOR	223	GT 17
	* Arcillas con Tubotomaculum y areniscas.	MIOCENO INFERIOR	321 a	GT 14

FIG. 3.6. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 1 (CONTINUACION)

SERIE DEL ALJIBE				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Areniscas del Aljibe con intercalaciones arcillosas.	MIOCENO INFERIOR	313 b	GT 15
	Alternancia de margas, areniscas y calizas.	OLIGOCENO	313 c	GT 13
	Alternancia de calizas y margas arenosas.	EOCENO	312 e	GT 13
	Arcillas rojas con intercalaciones de areniscas calcareas ferruginosas.	PALEOCENO	311 i	GT 14
	Arcillas margosas con intercalaciones de areniscas.	PALEOCENO	311 e	GT 14
	Calizas arenosas y arcillas	PALEOCENO	311 d	GT 13
	Calizas arenosas.	PALEOCENO	311 c	GT 17
	Margas con intercalaciones de areniscas y calizas.	PALEOCENO	311 b	GT 14
	Arcillas rojas.	CRETACICO SUPERIOR	232 d	GT 18
Arcillas margosas y calizas de Almarchal.	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14	

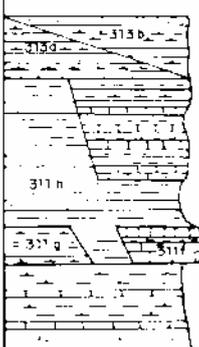
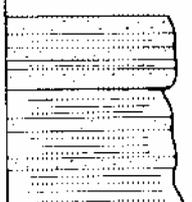
SERIE DE ALGECIRAS - BUJEO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Alternancia irregular de margas y areniscas micaceas.	OLIGOCENO	313 b	GT 16
	Alternancia irregular de areniscas micaceas, siliceas y margas.	OLIGOCENO	313 a	GT 16
	Arcillas, limolitas, calizas y areniscas.	EOCENO	312 f	GT 14
	Alternancia tipo fisch de calizas y arcillas.	EOCENO	312 d	GT 13
	Arcillas y areniscas.	PALEOCENO	311 h	GT 14
	Arcillas argilificas y margas.	PALEOCENO	311 g	GT 18
	Calizas con intercalaciones arcillosas.	PALEOCENO	311 f	GT 13
	Arcillas margosas y calizas de Almarchal.	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14

FIG. 3.6. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 1 (CONTINUACION)

SERIE DE ALMARCHAL				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Alternancia tipo flysch de margas y calizas.	EOCENO	312 c	GT 14
	Arcillas margosas y calizas de Almarchal	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14

SERIE DEL TAMBOR				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Areniscas con intercalaciones esporadicas de arcillas.	CRETACICO INFERIOR	231 b	GT 16
	Arcillas con intercalaciones de areniscas.	CRETACICO INFERIOR	231 a	GT 14

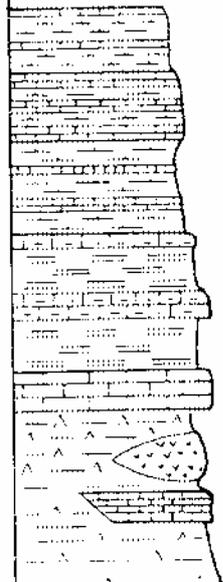
SUBBETICO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Alternancia de margas y calizas	EOCENO	312 b	GT 14
	Alternancia irregular de calizas y margas.	PALEOCENO	311 a	GT 13
	Margas blanquecinas con intercalaciones de calizas.	CRETACICO SUPERIOR	232 a	GT 19
	Alternancia irregular de margocalizas y margas blanquecinas.	CRETACICO INFERIOR	231 c	GT 19
	Calizas, dolomias y margas	JURASICO INFERIOR	221	GT 17
	Ofitas.	TRIASICO SUPERIOR	213 c	GT 20
	Dolomias.	TRIASICO SUPERIOR	213 b	GT 17
	* Arcillas, yesos y areniscas.	TRIASICO SUPERIOR	213 a	GT 21

FIG. 3.6. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 1 (CONTINUACION)



Figura 3.7. En primer término, aspecto del aluvial arcilloso del río Iro, en las inmediaciones de Chiclana.

- Geotecnia

Los materiales de este grupo tienen normalmente una permeabilidad baja, niveles freáticos a escasa profundidad y son inundables en épocas de avenida. (Figura 3.8)

La capacidad de carga es baja y los asentamientos previsibles altos. Su excavabilidad es fácil.

Ensayos de identificación pertenecientes a estos materiales, obtenidos en diversos informes geotécnicos realizados en la zona de estudio, arrojan los siguientes resultados:

- Clasificación USCS:CL
- Clasificación H.R.B.:A-7-6
- Límite líquido (LL)= 44.6 - 46.8
- Límite plástico (LP)= 24.4 - 24.7
- Índice de plasticidad (IP)= 20.2 - 21.2
- M.O. (%):0 - 1.298
- Sulfatos (%):0 - 0.084



Figura 3.8. Desbordamiento del arroyo Lava, en las inmediaciones de una carretera local que une Algeciras y los Barrios. Zona situada al NW de Algeciras.

ELUVIAL, (v)

- Litología

Eluvial constituido por arenas de tonos rojizos y marrones, ligeramente arcillosas y con restos de fragmentos líticos. Estos sedimentos proceden de la alteración "in situ" de los materiales sobre los que se desarrollan. Los fragmentos rocosos corresponden a restos de la roca original que todavía no han sido descompuestos químicamente. Su potencia se estima inferior a los 2.0 m. (Figura 3.9).



Figura 3.9. Eluvial desarrollado sobre las biocalcrenitas del grupo (321m), en La Muela.

- Estructura

Ocupan áreas llanas o ligeramente deprimidas. Internamente presentan una estructura masiva, o bien pueden conservar la original de los materiales de los cuales proceden, dependiendo del grado de evolución de los mismos.

- Geotecnia

La topografía horizontal o ligeramente deprimida que presenta este grupo condiciona que su escorrentía superficial dependa exclusivamente de su permeabilidad, la cual suele ser media-alta. Son materiales fácilmente excavables por medios mecánicos. La capacidad portante es baja y puede dar lugar a asentamientos importantes.

CONO DE DEYECCIÓN, (d1)

- Litología

Limos, arenas y arcillas, con cantos dispersos. Los cantos son subredondeados y subangulosos y de naturaleza poligénica (Figura 3.10). El espesor de este grupo se estima inferior a los 4.0 m.



Figura 3.10. Vista panorámica de un cono de deyección (d1), localizado en las inmediaciones del Pozo de Galindo (Hoja:1069-3).

- Estructura

Estos depósitos, acumulados en la desembocadura de pequeños arroyos, tienen una morfología ligeramente convexa y una estructura interna masiva, o en su defecto una estratificación grosera lentejona.

- Geotecnia

Es un grupo fácilmente ripable y erosionable. Su capacidad portante es baja y los asentamientos previsible oscilan de medios a altos. Debido tanto a su composición litológica como a su topografía, muestran un drenaje horizontal y vertical deficiente.

Dado sus condiciones de afloramiento no se han observado taludes de interés, aunque se recomienda que los taludes excavados no superen los 30° ó 35° de pendiente.

ABANICO ALUVIAL, (AA)

Este grupo se describe en la Zona 4, al ser más representativo de la misma.

DEPOSITOS LACUSTRES, (L)

- Litología

Sedimentos constituidos por arcillas grises oscuras, prácticamente negras, ligeramente margosas y ricas en materia orgánica. El espesor observado es superior a los 2.0 m.

- Estructura

Presentan una estructura masiva, sin estratificación aparente alguna. Los sedimentos más extensos de este grupo se localizan en la laguna de la Janda, actualmente desecada (Figura 3.11).



Figura 3.11. Vista panorámica de la laguna de la Janda, desde la N-340.

- Geotecnia

Son materiales ripables, poco permeable y con un drenaje superficial muy deficiente debido a que ocupan zonas topográficas deprimidas; la combinación de estos dos últimos factores favorecen el embalsamiento de agua en épocas de lluvia. La capacidad de carga es baja y los asentos previsibles altos. En obras de carretera son materiales problemáticos debido a la gran cantidad de materia orgánica que contienen. No se han observado taludes de interés, pero presumiblemente las carreteras proyectadas discurrirán en terraplén sobre estos sedimentos, tanto por problemas de drenaje como por la cota topográfica tan baja que ocupan.

TERRAZA FLUVIAL, (ta).

Este grupo se describe en la Zona 2, al ser más representativo de la misma.

MARISMA, (M)

NIVEL MARINO, (r1)

Estos dos grupos se describen en la Zona 4.

MANTO EOLICO, (e)

- Litología

Arenas finas de tonos claros, sin matriz arcillosa y mal clasificadas. (Figura 3.12).

- Estructura

Son depósitos eólicos relativamente extensos en relación con su potencia. Las estructuras internas que presentan son similares a la de las dunas, siendo las más características los ripples y la estratificación cruzada.

- Geotecnia

Se trata de suelos granulares, nada cohesivos y de muy difícil compactación. La capacidad de carga es baja y los asentos altos a corto plazo. En materiales para carreteras podrían utilizarse como suelo-cemento y para la fabricación de hormigones o morteros.

No se han observado taludes de interés, pero los excavados en esta formación no admitirán pendientes superiores a los 30°.

La potencia del grupo suele ser inferior a los 3.0 m.



Figura 3.12. Manto eólico fijado por coníferas, en el paraje Pinar de Hierro (Hoja:1069-3).

DUNAS (DE) Y DUNAS CEMENTADAS, (DEC)

TERRAZA MARINA GRUESA, (TR1)

TERRAZA MARINA FINA, (TR2)

Estos grupos se describen en la Zona 4, al ser más representativos de la misma.

RAÑA, (350a)

- Litología

Formación constituida por gravas y bolos de naturaleza poligénica, trabados por una matriz arcillosa de tonos rojizos y pasadas ocre (Figura 3.13). La potencia del grupo es inferior a los 3.0 m.



Figura 3.13. Detalle de los materiales del grupo (350a), en un talud de una pista forestal que discurre al pie del Cerro de Tumba (Hoja:1077-1).

- Estructura

Estos depósitos tipo glacis presentan generalmente estructuras lenticulares y paleocanales, típicas de sedimentos continentales.

- Geotecnia

El conjunto tiene una permeabilidad baja y una escorrentía superficial deficiente, debido a que ocupa zonas de escaso gradiente topográfico. La capacidad portante es baja y los asentos previsibles altos. Su escaso espesor y la matriz de carácter arcilloso hacen desaconsejable su utilización como materiales de préstamo.

Los taludes artificiales no deben de excavarse con pendientes superiores a los 40°.

ARENAS ARCILLOSAS ROJAS, (350b)

- Litología

Conjunto formado por arenas y gravillas, con abundante matriz arcillosa de tonos rojizos e intercalaciones grisáceas. Presentan una gran compacidad (Figura 3.14). La potencia de este grupo es superior a los 5.0 m

- Estructura

Son materiales completamente masivos, depositados en ambientes marinos someros con gran influencia del continente.

- Geotecnia

En una formación ripable con retroexcavadora y medianamente permeable, hecho que facilita el drenaje superficial que suele ser deficiente, a causa de la horizontalidad topográfica. La capacidad de carga y los asentos previsibles son de tipo medio.

Los taludes artificiales admiten pendientes fuertes a corto plazo, aunque es frecuente la presencia de muros de contención en la base para impedir desmoronamientos y aterramiento de cunetas.

Se han observado taludes de alturas bajas, inestables y con inclinaciones de 65°.



Figura 3.14. Talud excavado en las arenas arcillosas del grupo (350b), en una carretera local al Norte de Chiclana. Obsérvese el pequeño muro de contención situado en la base.

CALIZAS PULVERULENTAS, (322b)

- Litología

Formación constituida por calizas blanquecinas de aspecto pulverulento, con fósiles de tallos de algas y conchas embrionarias (Figura 3.15).



Figura 3.15. Pequeña explotación en las calizas del grupo (322b), localizada al sur de los LLanos de Guerra. Obsérvese el aspecto masivo de los materiales (Hoja:1069-4).

- Estructura

Son materiales masivos, carentes de estructuras internas. Su ambiente de formación corresponde a lagos de poca profundidad.

- Geotecnia

El conjunto presenta una capacidad de carga media y unos asentamientos previsible que oscila de bajos o medios. La permeabilidad es escasa y el drenaje superficial poco activo a causa de su topografía suavemente alomada. Son excavables por medios mecánicos convencionales (retroexcavadora).

No se han observado taludes de interés, pero los excavados en estos materiales se recomiendan que no tengan pendientes superiores a los 30° ó 35° de inclinación.

ARENAS AMARILLAS Y BIOCALCARENITAS, (322a)

- Litología

Conjunto constituido por arenas amarillas algo arcillosas, cementadas por carbonatos muy desigualmente, con fragmentos de macrofauna e intercalaciones de niveles de biocalcarenitas. Hacia el techo son abundantes los niveles masivos de carbonatos blanquecinos, explotados puntualmente en el pasado para la obtención de cal.

- Estructura

Estos materiales aparecen discordantes sobre el conjunto (321 m). Se disponen en tramos masivos hacia el techo, y hacia la base en niveles estratificados que oscilan desde centímetros hasta 1.0 m de espesor, tal como se aprecia en la Figura 3.16. Estructuralmente aparecen subhorizontales con buzamientos menores a los 10° .

- Geotecnia

Este grupo tiene una permeabilidad alta y un buen drenaje superficial por percolación. Es excavable por medios convencionales y algunos taludes presentan signos de erosión. La capacidad de soporte es media y los asentos previsibles son bajos.

Aunque en líneas generales los taludes artificiales observados admiten pendientes pronunciadas, ya que se han observado taludes de alturas medias, estables y con inclinaciones de 70° (Figura 3.17), puntualmente presentan signos de inestabilidad debido a procesos de acaravamiento y desplome de niveles cementados por erosión diferencial.

Este grupo se explota para la obtención de materiales granulares de préstamo.



Figura 3.16. Detalle de la estratificación de las arenas del grupo (322a), en una cantera abandonada situada en el Cerro de los Caracoles. En la Figura se observa que hacia el techo son masivas, mientras que hacia el muro presentan una estratificación prácticamente centimétrica.



Figura 3.17. Taludes de reciente excavación en los materiales de este grupo, en la variante de Chiclana. Los taludes son estables para pendientes fuertes.

Los ensayos de identificación realizados a estos materiales aportan los siguientes resultados:

- Clasificación USCM= SM
- Clasificación H.R.B.= A-4 y A-2-4
- Plasticidad = N.P.(no plástico)
- M.O.(%)= 0.000-0.0222.
- PN (Densidad/Humedad)= 1.847/12.9 - 1.899/12.2)
- C.B.R.=10.8 - 16
- Corte directo (Angulo/Cohesión)= 39.63°/0.68)
- Carbonatos (%)= 31.130 - 47.990

BIOCALCARENITAS, (321m)

- Litología

Se trata de un conjunto compuesto por calcarenitas bioclásticas de grano grueso a muy grueso, de tonos amarillentos marrónáceos y, como su nombre indica, con abundantes fragmentos de macrofauna.

- Estructura

Normalmente aparece dispuesto en niveles de espesor centimétrico, aunque en algunos tramos los estratos son de orden métrico y el conjunto presenta un aspecto masivo. Internamente se observan cortes de estratificación cruzada festoon o planar, de gran y muy gran escala, entre los que se intercalan niveles con estratificación cruzada festoon de media y pequeña escala (Figura 3.18)

Estructuralmente el conjunto se halla suavemente plegado, excepto en la Zona 3, donde aparece plegado en series monoclinales y en estructuras de sinclinales colgados (La Muela), con buzamientos de hasta 50° aproximadamente.

- Geotecnia

La característica geotécnica más importante de estos materiales reside en la gran utilización que de ellos se hace para materiales de préstamos en bases y subbases de carreteras.

Son sedimentos permeables y la escorrentía superficial es alta por percolación. Su capacidad portante es alta y los asientos nulos, aunque para cargas elevadas puede ocasionar asientos diferenciales por rotura y reordenación de los fragmentos fosilíferos. Son ripables por medios mecánicos convencionales.

En zonas de pendientes pronunciadas y topografía elevada originan desprendimientos de bloques por descalce de los mismos.



Figura 3.18. Detalle de las estructuras sedimentarias de las biocalcarenitas del grupo (321m), en un pequeño desmonte situado en la carretera que sube a Vejer desde Barbate.

A excepción de casos puntuales, los taludes excavados en estos materiales son estables con pendientes fuertes. Se han observado taludes estables, de alturas medias y con inclinaciones de 75° a 80° (Figura 3.19).

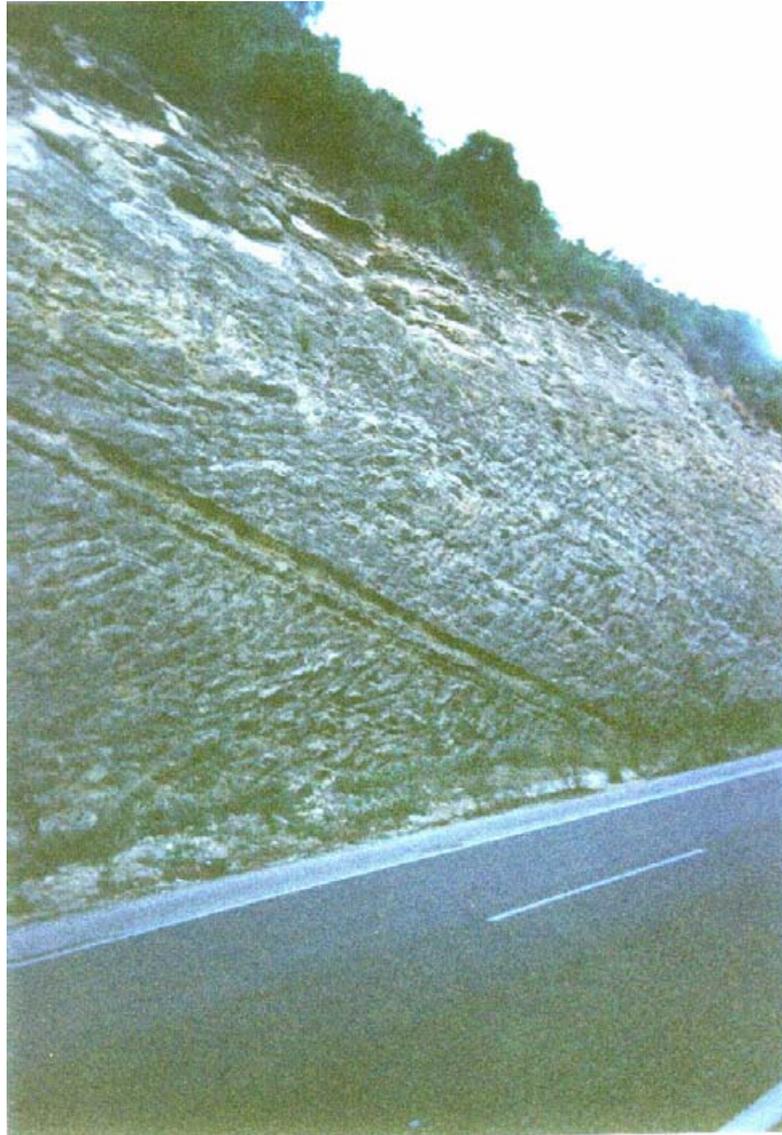


Figura 3.19. Talud excavado en biocalcarenitas del grupo (321m), en el P.K.36,000 de la carretera N-340. Excepto en zonas puntuales, el talud es estable con pendientes pronunciadas

Los resultados de los ensayos realizados en estos materiales son los siguientes:

- Límite Líquido (LL) = -
- Límite Plástico (LP) = -
- Índice de Plasticidad (IP) = N.P. (No plástico)
- P.M. (Densidad/Humedad) = 2.23/8
- C.B.R. = 65.9 (100% de humedad)

CALIZAS ARENOSAS, (321I)

- Litología

Nivel compuesto por calizas arenosas, de grano fino y tonos grisáceos.

- Estructura

Disposición horizontal (Figura 3.20). Puntualmente se halla plegado y presenta buzamientos de hasta 45°.

- Geotecnia

Son materiales con una capacidad portante elevada y asientos nulos, ripables marginalmente y poco permeables a consecuencia de su estructura masiva.

No se han observado taludes de interés, pero debido a su potencia y condiciones de afloramientos no se prevén desmontes importantes en el caso de que afecte a futuras vías de comunicación. La incidencia de este grupo en el Tramo es muy escasa.

ALTERNANCIA DE MARGAS Y BIOCALACARENITAS, (321i)

Este grupo se describe en la Zona 3, al ser más representativo de la misma.



Figura 3.20. Al fondo, afloramiento rocoso, dispuesto horizontalmente, del grupo (321), en las inmediaciones de Santo Tomás de Villanueva (Paraje Cantarranas). (Hoja:(1073-1).

MARGAS ARENOSAS AZULES (321g) CON INTERCALACIONES ESPORADICAS DE BIOCALCARENITAS, (321h).

- Litología

Conjunto compuesto por margas de tonos azulados y amarillentos, ligeramente arenosas y/o limosas, sin estratificación aparente. Superficialmente estas margas se hallan alteradas y existen pocos afloramientos que permitan ver su estructura. Ocasionalmente presentan intercalados cuerpos de biocalcarenitas, de 30 m a 50 m de espesor aproximadamente.

- Estructura

Este grupo se apoya discordante sobre el Complejo Tectosedimentario. Presenta una disposición subhorizontal, o bien aparece plegado en una serie de anticlinales y sinclinales (La Muela y monte de Vejer) bastante laxos, cuyos buzamientos son inferiores a los 40°.

- Geotecnia

Son materiales con capacidad portante baja y asientos previsibles elevados, sobre todo en los niveles superficiales alterados. La permeabilidad es baja y el drenaje está en función de la escorrentía superficial, la cual varía de media a baja, dependiendo de la topografía. Son materiales fácilmente excavables y erosionables (Figura 3.21)

Los taludes observados presentan numerosos signos de inestabilidad, debido a dos procesos fundamentales: uno por la facilidad con que se producen deslizamientos en masa en este tipo de litologías (Figura 3.22), y el otro por la reptación de la capa superficial alterada. Algunos de los taludes excavados son inestables, para alturas bajas, con pendientes de 30°.

ARENAS FINAS AMARILLENAS, (321f)

Este grupo se describe en la Zona 4, al ser más representativa de la misma.



Figura 3.21. Erosión en un talud excavado en las margas del grupo (321 g), localizado en el P.K. 21,500 de la carretera N-340.



Figura 3.22. Deslizamiento en masa en un talud de la carretera N-340, localizado hacia el P.K.21,450 y excavado en las margas azules del grupo (321g).

ARENISCAS DEL ALJIBE CON INTERCALACIONES ARCILLOSAS, (321b)

Este grupo se halla descrito en la Zona 3, al ser más representativo de la misma.

ARCILLAS CON TUBOTOMACULUM Y ARENISCAS, (321a)

ARCILLAS, YESOS Y ARENISCAS ROJAS, (213a)

Estos dos grupos se describen en la Zona 2.

3.2.5. Grupos geotécnicos

Teniendo en cuenta los diferentes grupos litológicos definidos en este Zona 1, así como sus respectivas características geotécnicas, se han definido los siguientes "grupos geotécnicos":

- Grupo geotécnico GT1

Limos, arcillas, arenas y gravas. Son materiales con niveles freáticos a escasa profundidad e inundables en épocas de avenida. La capacidad de carga es baja y los asentos previsibles altos. En esta Zona 1, el grupo G1 lo constituye la formación (A1).

- Grupo geotécnico Gt2

Gravas y bolos poligénicos con matriz arcillosa y areno-limosa. Debido a la naturaleza heterogénea de la matriz muestran una permeabilidad variable: baja y con problemas de drenaje cuando la matriz es arcillosa, y alta y con buen drenaje por percolación en los casos en que la matriz es limo-arenosa; en estos últimos casos pueden dar lugar a acuíferos localizados a escasa profundidad, si existe un sustrato impermeable bajo ellos. La capacidad de carga es baja y los asentos previsibles altos. Se recomienda que los taludes de excavación no sean superiores a los 40°. En esta Zona 1, constituyen este grupo las formaciones (ta) y (350a).

- Grupo geotécnico GT3

Limos, arcillas y arenas. Formaciones con capacidad de carga baja y asentos altos. La mayor parte de ellos están sometidos a inundaciones periódicas de agua. Presencia abundante de materia orgánica. En esta Zona 1, constituyen este grupo las formaciones (M) y (r1).

- Grupo geotécnico GT4

Conglomerados calcáreos y fragmentos de conchas. Grupo difícilmente ripable y con una capacidad de carga elevada. Esta última puede disminuir y originar asentos en zonas de acumulaciones importantes de conchas. Dan lugar a desprendimientos de bloques por erosión diferencial de los sedimentos subyacentes. Los taludes admiten pendientes subverticales, pero pueden producirse caída de bloques por desgajamiento de los mismos. En esta Zona 2, constituye este grupo la formación (TR1).

- Grupo geotécnico GT5

Arenas arcillosas con algunas gravas dispersas. Son materiales permeables y ripables por medios mecánicos convencionales. La capacidad de carga varía de baja a media y los asentos previsibles de medios a altos. Los taludes excavados en los materiales del grupo (350b) admiten pendientes pronunciadas a corto plazo, aunque a largo plazo se desmoronan y originan aterramientos de cunetas. Constituyen este grupo las formaciones (TR2) y (350b).

- Grupo geotécnico GT6

Arenas, limos y arcillas, con cantos dispersos. Conjunto con una capacidad de carga baja y unos asentamientos altos. La permeabilidad varía de baja a alta, en función de la granulometría dominante. Son materiales fácilmente ripables. El drenaje depende exclusivamente de la permeabilidad, ya que la escorrentía superficial es deficiente, a causa de la horizontalidad topográfica. En esta Zona 1, constituyen este grupo las formaciones (v), (d1) y (AA).

- Grupo geotécnico GT8

Arcillas con abundante materia orgánica. Conjunto arcilloso caracterizado por un drenaje deficiente y riesgo de encharcamientos en épocas de lluvia. Capacidad de carga baja y asentamientos previsiblemente altos. En esta Zona 1, la formación (L) es la única representante de este grupo.

- Grupo geotécnico GT9

Arenas finas mal clasificadas, ocasionalmente cementadas. Materiales con una capacidad de carga baja y asentamientos altos a corto plazo. En las dunas cementadas la capacidad es algo mayor y disminuye la magnitud de los asentamientos, aunque su comportamiento es más impredecible debido a la presencia de zonas desigualmente cementadas. Difíciles de compactar debido a la granulometría homogénea de sus granos. Los taludes de excavación son estables para pendientes de 30°. En esta Zona 1, forman este grupo las formaciones (e), (DE) y (DEC).

- Grupo geotécnico GT10

Arenas de grano fino. Grupo permeable, ripable y erosionable. La capacidad de carga es media y los asentamientos oscilan de bajos a medios. Los taludes observados, que plantean problemas de erosión, son estables, para alturas bajas, con pendientes subverticales. La formación (321f) constituye este grupo en la Zona 1.

- Grupo geotécnico GT11

Arenas con intercalaciones de biocalcarenitas. Son materiales permeables y ripables. La capacidad de carga es media y los asentamientos estimados bajos. Los taludes admiten pendientes pronunciadas (70°) sin signos de inestabilidad. En esta Zona 1, la formación (322a) constituye este grupo.

- Grupo geotécnico GT12

Biocalcarenitas. Materiales ampliamente utilizados como materiales de préstamo en la construcción de carreteras. Permeables y ripables por medios mecánicos convencionales. La capacidad de carga es alta, aunque para tensiones puntuales elevadas pueden surgir asentos, por rotura y reordenamiento de los fragmentos fosilíferos. Los taludes son estables para pendientes pronunciadas (75° - 80°). En la Zona 1, las formaciones (321m) y (321h) representan a este grupo.

- Grupo geotécnico GT14

Arcillas y margas con intercalaciones de areniscas y biocalcarenitas. Grupo escasamente permeable y con problemas de drenaje en zonas llanas. La capacidad de carga varía de baja a media y los asentos previstos de medios a altos. Las arcillas del grupo (321a) son expansivas, debido a que están compuestas por montmorillonitas, y puntualmente agresivas por la presencia de yeso. Los taludes suelen ser inestables a partir de los 30° de pendiente, asimismo presentan signos de erosión diferencial y acarreamiento. En la Zona 1, este grupo está representado por las formaciones (321i) y (321a).

- Grupo geotécnico GT15

Areniscas del Aljibe con intercalaciones arcillosas. Este grupo se caracteriza por constituir las sierras más abruptas del Estudio. El drenaje es alto, tanto por escorrentía superficial como por infiltración. La ripabilidad varía desde ripable a presumiblemente no ripable. Normalmente la capacidad de carga es alta y los asentos nulos, aunque estos valores pueden variar desfavorablemente en los tramos poco cementados y donde se intensifique la presencia de niveles arcillosos. En zonas poco cementadas se erosionan fácilmente. Suelen originar en su base importantes masas deslizadas. La estabilidad de los taludes depende fundamentalmente del grado de fracturación y de la orientación de las discontinuidades (posible formación de bloques y cuñas) con respecto a la de los desmontes. Se han observado taludes de alturas medias, inestables y con inclinaciones de 60° a 70° ; en algunos taludes las pendientes se han tendido hasta los 30° . Este grupo se compone únicamente de la formación (321b).

- Grupo geotécnico GT17

Calizas arenosas. Grupo calcáreo con una capacidad portante alta y asentos nulos. Ripabilidad marginal. Dadas las condiciones de afloramiento no se prevén desmontes significativos en estos materiales. Solamente la formación (321l) compone este grupo en la Zona 1.

- Grupo geotécnico GT18

Margas arenosas con intercalaciones de biocalcarenitas. Conjunto erosionable, alterable y ripable. Permeabilidad baja y con un drenaje que se realiza exclusivamente por escorrentía superficial, la cual varía de baja a media. La capacidad de carga suele ser baja y los asientos previsible altos. Los taludes son inestables para pendientes de 30° y se recomienda protegerlos de la erosión. En la Zona 1, solo la formación (321g) representa a este grupo.

- Grupo geotécnico GT19

Calizas pulverulentas. Es un grupo ripable, poco permeable y con un drenaje superficial que varía de deficiente a medio. La capacidad de carga es media y los asientos previsible oscilan de bajos a medios. Se recomienda que los taludes de excavación no sobrepasen los 30° ó 35° de pendiente. En la Zona 1, este grupo lo constituye solo la formación (322b).

- Grupo geotécnico GT21

Arcillas, yesos y areniscas rojas.- Grupo problemático debido a la plasticidad de sus materiales y a la presencia de sulfatos. Es un conjunto ripable y poco permeable, con riesgo de encharcamientos en zonas de topografía horizontal. La capacidad de carga es baja y los asientos altos. Los taludes aparecen normalmente en situación inestable. Este grupo está compuesto por la formación (213a).

3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Los problemas que presenta la Zona 1 son de naturaleza litológica, hidrogeológica y geotécnica, ya que desde el punto de vista topográfico no existen barreras que impidan el desarrollo de nuevas vías de comunicación.

Litológicamente el carácter más negativo corresponde a la presencia abundante de yeso en los materiales triásicos y, en menor medida, en las arcillas con Tubotomaculum; sin embargo estos últimos materiales plantean problemas de expansividad debido a la presencia de montmorillonita. También tiene un carácter perjudicial la gran cantidad de materia orgánica que contienen los sedimentos de marisma y lacustres.

Hidrogeológicamente los problemas surgen en áreas de deficiente drenaje, que corresponden a aquéllas de naturaleza arcillosa y topografía horizontal.

Dentro de los problemas geotécnicos, los más significativos son los relacionados con una capacidad de carga baja y asientos elevados, que se plantean en la mayoría de los sedimentos cuaternarios, y en los de composición arcillosa y margosa: (321a), (321g) y

(213a). Por último, la estabilidad de taludes se localiza fundamentalmente en aquellos de naturaleza arcillosa que sufren una alteración superficial importante.

Los demás problemas que pueden surgir son de carácter puntual, como pueden ser los derivados, por ejemplo, de la dinámica fluvial en los valles de los ríos, o las mareas en las marismas.

3.3. ZONA 2: ZONA ALOMADA

3.3.1. Geomorfología

La Zona 2 es la más extensa del Tramo y se extiende por todas la Hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional que abarca el presente Estudio, pero sin llegar a cubrir en ningún caso la totalidad de los cuadrantes. En la Figura 3.23 se muestra la ubicación y extensión de la Zona 2 dentro del Tramo, así como la situación de un bloque diagrama y de dos cortes geológicos esquemáticos realizados en la misma.

El rasgo más característico de esta Zona es la diversidad morfológica que presenta, ya que incluye áreas desde poco accidentadas a otras fuertemente alomadas.

El relieve es el resultado de la heterogeneidad litológica de las formaciones presentes, debido a que coexisten materiales de naturaleza blanda y deleznable con otros de estructura pétreo. Los resaltes más significativos corresponden a las manchas de dolomías inmersas en las arcillas yesíferas del Triás y a los "cuerpos" de areniscas del Aljibe y calizas, que aparecen dispersos en la arcillas del Complejo Tectosedimentario. Los montes son de morfológica redondeada y alargada, a modo de pequeñas cuerdas que siguen la dirección estructural de los estratos.

Las cotas son relativamente bajas, inferiores a los 150 m de altitud, y las pendientes topográficas no suelen superar el 30 %

Los ríos y arroyos discurren por valles poco encajados, excepto en las zonas de cabecera. Los ríos más importantes son: el Barbate, Salado, Roche, del Valle y Palmones. Todos ellos desembocan en la vertiente atlántica, excepto el río Palmones, que lo hace en la mediterránea.

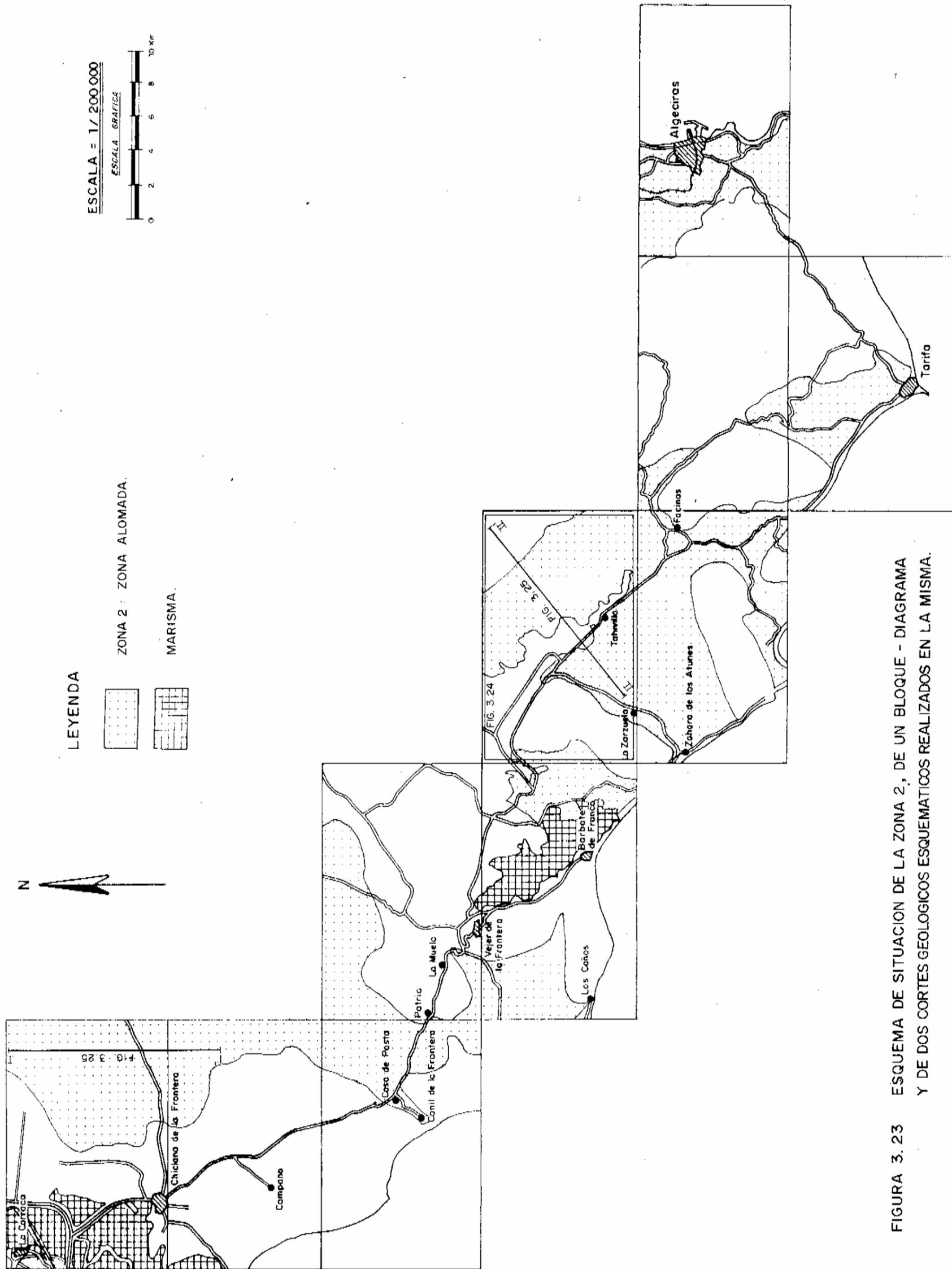


FIGURA 3.23 ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 2, DE UN BLOQUE - DIAGRAMA Y DE DOS CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS REALIZADOS EN LA MISMA.

3.3.2. Tectónica

La tectónica de la Zona 2 es muy compleja, en parte debido a que los materiales que la forman pertenecen al Subbético Medio y a las Unidades del Campo de Gibraltar.

Una característica fundamental del Subbético Medio en el área de estudio es la enorme extensión ocupada por materiales triásicos, parcialmente recubiertos por el Complejo Tectosedimentario. En opinión de diversos autores, durante las diferentes fases de acortamiento, el Triás debió de sufrir importantes movimientos halocinéticos así como extrusiones masivas, inducidas por el propio acortamiento y por la sobrecarga de imbricación de series suprayacentes. Estos procesos extrusivos se mantuvieron a lo largo de toda la evolución de la cadena, de modo que son numerosas las formaciones que aparecen recubiertas o intruidas por el Triás. De este modo, las escamas de la serie de Almarchal reposa de forma alóctona sobre la formación triásica, siendo posteriormente retrocabalgadas por esta formación. De la misma manera, las arcillas del Complejo Tectosedimentario aparecen intruidas o cabalgadas por los materiales triásicos.

La sedimentación de las arcillas con Tubotomaculum tiene lugar durante la fase principal de cabalgamientos de las Unidades del Campo de Gibraltar, y proceden de la erosión de un diapiro situado más hacia el Este. A la vez de su sedimentación se produce la inclusión de bloques de origen muy diverso, fundamentalmente de las Areniscas del Aljibe, originándose el Complejo Tectosedimentario. Dicho Complejo muestra una estructura interna caracterizada por una disposición caótica de algunos niveles, y por la inclusión de bloques, algunos de dimensiones kilométricas, separados entre sí.

La serie de Almarchal se considera que tiene un carácter autóctono o paraautóctono, y sirve de sustrato común a todas las series superiores. Durante la primera fase de deformación se pone de manifiesto la independencia entre el flysch de Almarchal y las series superiores. Bourgois et al (1971) propusieron una procedencia ultrapenibética para la unidad de Almarchal.

En la Figura 3.24 se muestra un bloque diagrama y en la Figura 3.25 dos cortes geológico-estructurales, todos ellos representativos de esta Zona.

3.3.3. Columna estratigráfica

Los grupos litológicos señalados con el asterisco (*) en la Figura 3.26 son los existentes en la Zona 2.

3.3.4. Grupos litológicos

ALUVIAL FINO, (A1)

Este grupo está descrito en la Zona 1, al ser más representativo de la misma.

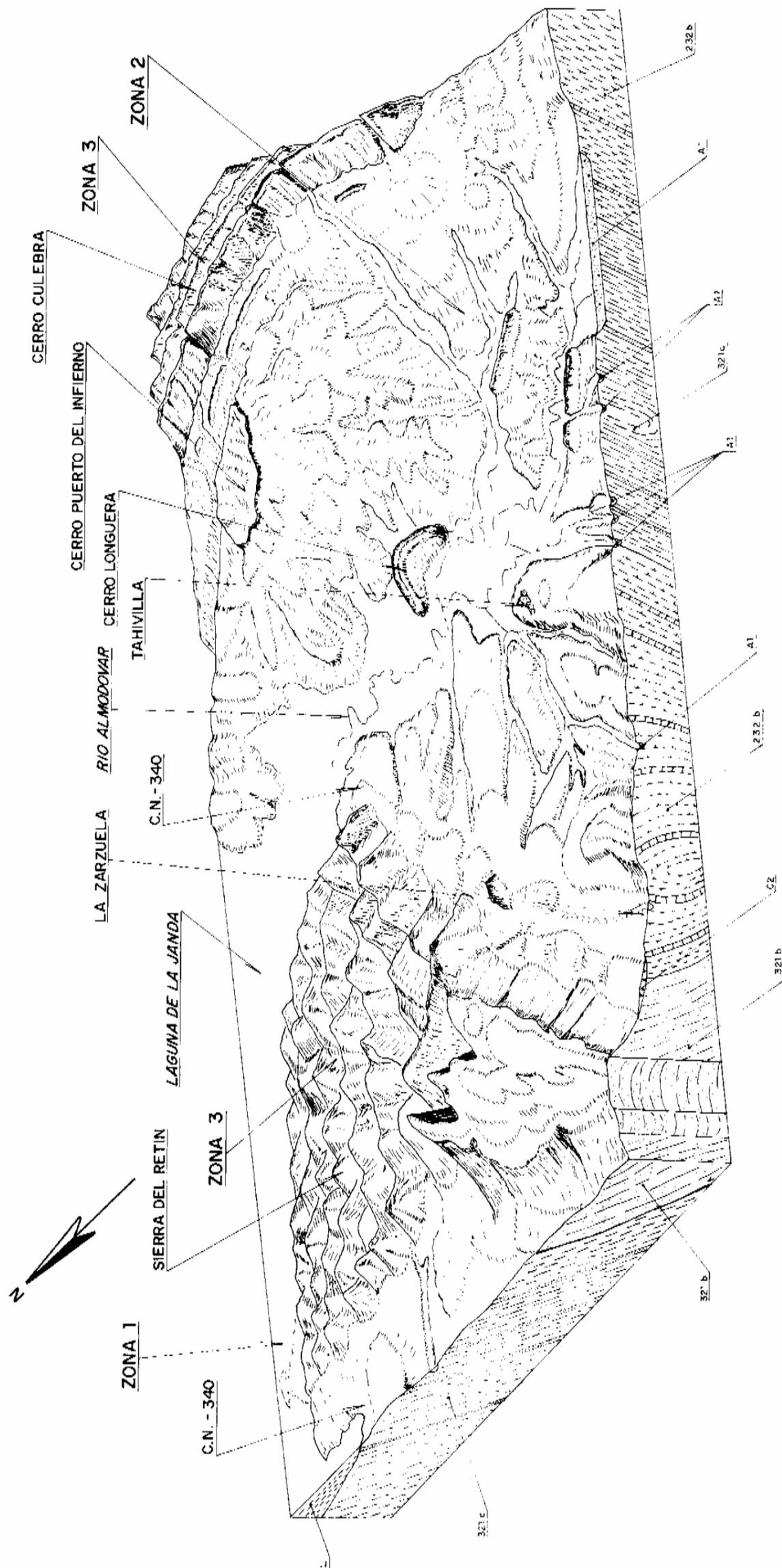
ALUVIAL GRUESO, (a2)

- **Litología**

Gravas y bolos de naturaleza poligénicas, trabadas por una matriz areno-limosa de tonos marrones (Figura 3.27). La potencia del grupo se estima inferior a los 5.0 m.

- **Estructura**

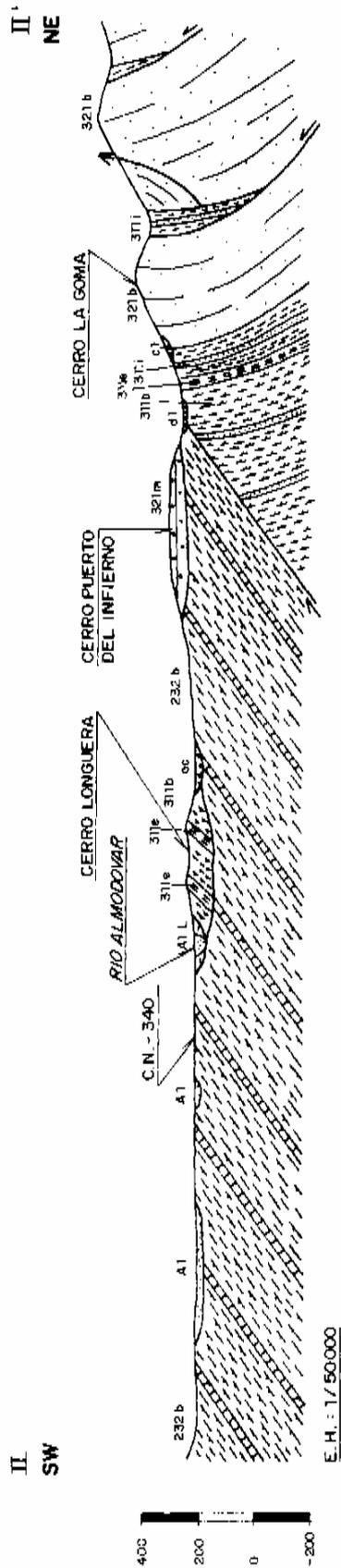
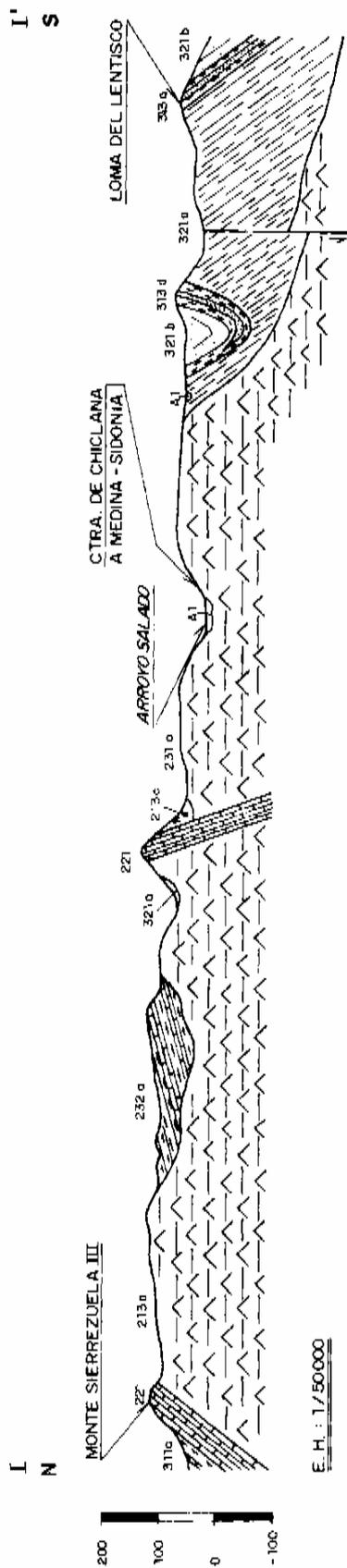
Son depósitos dispuestos horizontalmente y en corte presentan diversas estructuras sedimentarias, tales como distribución lenticular de los niveles, estratificación cruzadas y cicatrices de erosión debido a distintos ciclos de erosión-sedimentación.



LEYENDA

- A1 : ALUVIAL. LIMOS, ARCILLAS, ARENAS Y GRAVAS.
- C2 : MASAS DESLIZADAS. BLOQUES Y CANTOS CON MATRIZ ARCILLOSA.
- L : LACUSTRE. ARCILLAS GRISES.
- 321b : ARENISCAS DEL ALJIBE CON INTERCALACIONES ARCILLOSAS.
- 321a : ARCILLAS CON TUBOTOMACULUM Y ARENISCAS.
- 232b : ARCILLAS MARGOSAS Y CALIZAS DE ALMARCHAL.

FIGURA 3. 24 BLOQUE - DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LAS ZONAS 1, 2 Y 3



LEYENDA

- | | | | |
|-------|---|-------|---|
| A1 | ALUVIAL. LIMOS, ARCILLAS, ARENAS Y GRAVAS. | 311 | ARCILLAS ROJAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS CALCAREAS FERRUGINOSAS. |
| dc | ALUVIO - COLUVIAL. ARENAS LIMOSAS CON CANTOS DISPERSOS. | 311 a | ARCILLAS MARGOSAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS. |
| el | COLUVION. LIMOS, ARENAS, ARCILLAS, CANTOS Y BLOQUES | 311 b | MARGAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS Y CALIZAS. |
| dl | CONO DE DEYECCION LIMOS, ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS. | 311 c | ALTERNANCIA IRREGULAR DE CALIZAS Y MARGAS. |
| L | LAGUSTRE. ARCILLAS GRISAS | 232 a | ARCILLAS MARGOSAS Y CALIZAS DE ALMARCHAL. |
| 321 m | BIOCALCARENITAS. | 232 b | MARGAS BLANQUECINAS CON INTERCALACIONES DE CALIZAS. |
| 321 b | ARENISCAS DEL ALVIBE CON INTERCALACIONES ARCILLOSAS. | 231 c | ALTERNANCIA IRREGULAR DE MARGOCALIZAS Y MARGAS BLANQUECINAS. |
| 321 a | ARCILLAS CON TUBOTOMACULUM Y ARENISCAS | 221 | CALIZAS, DOLOMIAS Y MARGAS. |
| 313 b | ARENISCAS Y ARCILLAS. | 213 a | ARCILLAS, YESOS Y ARENISCAS. |

CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS DE LA ZONA 2

FIGURA 3. 25

CUATERNARIO Y PLIO-CUATERNARIO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	* Aluvial. Limos, arcillas, arenas y gravas.	CUATERNARIO	A 1	GT 1
	* Aluvial. Gravas y bolos poligenicos con matriz areno-limosa.	CUATERNARIO	a 2	GT 1
	* Eluvial. Arenas con cantos dispersos.	CUATERNARIO	v	GT 6
	* Aluvio-Coluvial. Arenas limosas con cantos dispersos.	CUATERNARIO	oc	GT 6
	* Coluvion. Limos, arenas, arcillas, cantos y bloques.	CUATERNARIO	c 1	GT 7
	Mosas Deslizadas. Bloques y cantos con matriz arcillosa.	CUATERNARIO	C 2	GT 7
	* Cono de Deyeccion. Limos, arenas, arcillas y cantos.	CUATERNARIO	d 1	GT 6
	Cono de Deyeccion. Cantos y bloques con matriz arcillo-limosa.	CUATERNARIO	D 2	GT 7
	* Abanico Aluvial. Arenas arcillosas con cantos dispersos.	CUATERNARIO	AA	GT 6
	Lacustre. Arcillas grises.	CUATERNARIO	L	GT 8
	* Terraza Fluvial. Gravas poligenicas con matriz areno-limosa.	CUATERNARIO	ta	GT 2
	* Marisma. Limos, arcillas y arenas con abundante materia organica.	CUATERNARIO	M	GT 3
	Nivel Marino. Limos y arcillas con niveles arenosos.	CUATERNARIO	r 1	GT 3
	Cordon Litoral. Arenas, gravas y conchas, parcialmente cementadas.	CUATERNARIO	r 2	GT 4
	Depositos Litorales. Arenas finas.	CUATERNARIO	R 3	GT 9
	Palustre. Arcillas, limos y arenas.	CUATERNARIO	P	GT 8
	* Manto Eolico. Arenas finas.	CUATERNARIO	e	GT 9
	Dunas. Arenas finas mal clasificadas.	CUATERNARIO	DE	GT 9
	Dunas Cementadas. Arenas finas cementadas, mal clasificadas.	CUATERNARIO	DEC	GT 9
	Playa. Arenas finas con algunas gravas dispersas.	CUATERNARIO	RE	GT 9
	* Terraza Marina. Conglomerado de gravas, calizas y restos de conchas.	CUATERNARIO	TR 1	GT 4
	Terraza Marina. Arenas arcillosas con algunas gravas dispersas.	CUATERNARIO	TR 2	GT 5
	* Gravas y bolos poligenicos con matriz arcillosa.	PLIO-CUATERNARIO	350 a	GT 2
	Arenas y gravillas con matriz arcillosa.	PLIO-CUATERNARIO	350 b	GT 5

FIG. 3.26.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 2

MATERIALES POSTOROGENICOS				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	* Arenas verdes con fosiles	PLIOCENO	322 d	GT 10
	* Arenas finas con intercalaciones de arcillas y areniscas	PLIOCENO	322 c	GT 10
	Calizas blanquecinas pulverulentas.	PLIOCENO	322 b	GT 19
	Arenas amarillas con intercalaciones de biocalcarenitas.	PLIOCENO	322 a	GT 11
	* Biocalcarenitas.	MIOCENO SUPERIOR	321 m	GT 12
	* Calizas arenosas.	MIOCENO SUPERIOR	321 l	GT 17
	Alternancia irregular de biocalcarenitas y arenas fosiliferas.	MIOCENO SUPERIOR	321 k	GT 11
	Biocalcarenitas.	MIOCENO SUPERIOR	321 j	GT 12
	Alternancia irregular de margas y biocalcarenitas.	MIOCENO SUPERIOR	321 i	GT 14
	* Biocalcarenitas.	MIOCENO SUPERIOR	321 h	GT 12
	* Margas arenosas azules.	MIOCENO SUPERIOR	321 g	GT 18
	Arenas finas amarillentas.	MIOCENO SUPERIOR	321 f	GT 10
	* Margas siliceas blanquecinas	MIOCENO MEDIO-INFERIOR	321 e	GT 18

COMPLEJO TECTOSEDIMENTARIO MIOCENO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	* Areniscas calcareas con intercalaciones arcillosas.	MIOCENO INFERIOR	321 d	GT 13
	* Alternancia de calizas granudas, calizas bioclasticas y margas.	MIOCENO INFERIOR	321 c	GT 17
	* Areniscas del Aijibe con intercalaciones arcillosas.	MIOCENO INFERIOR	321 b	GT 15
	* Areniscas y arcillas.	OLIGOCENO	313 d	GT 13
	* Alternancia de calizas y margas arenosas.	EOCENO	312 e	GT 13
	* Alternancia de calizas arenosas y margas.	EOCENO	312 a	GT 13
	* Arcillas margosas y calizas de Almarchal.	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14
	* Arcillas con intercalaciones de areniscas.	CRETACICO INFERIOR	231 d	G 14
	Calizas.	JURASICO SUPERIOR	223	GT 17
	* Arcillas con Tubotomaculum y areniscas.	MIOCENO INFERIOR	321 a	GT 14

FIG. 3. 26. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 2 (CONTINUACION)

	Alternancia de margas, areniscas y calizas.	OLIGOCENO	313 c	GT 13
	Alternancia de calizas y margas arenosas.	EOCENO	312 e	GT 13
	* Arcillas rojas con intercalaciones de areniscas calcareas ferruginosas.	PALEOCENO	311 i	GT 14
	* Arcillas margosas con intercalaciones de areniscas.	PALEOCENO	311 e	GT 14
	Calizas arenosas y arcillas.	PALEOCENO	311 d	GT 13
	* Calizas arenosas.	PALEOCENO	311 c	GT 17
	* Margas con intercalaciones de areniscas y calizas.	PALEOCENO	311 b	GT 14
	* Arcillas rojas.	CRETACICO SUPERIOR	232 d	GT 18
	* Arcillas margosas y calizas de Almarchal.	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14

SERIE DE ALGECIRAS - BUJEO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	* Alternancia irregular de margas y areniscas micaceas.	OLIGOCENO	313 b	GT 16
	* Alternancia irregular de areniscas micaceas siliceas y margas.	OLIGOCENO	313 a	GT 16
	* Arcillas, limolitas, calizas y areniscas.	EOCENO	312 f	GT 14
	* Alternancia tipo flysch de calizas y arcillas.	EOCENO	312 d	GT 13
	* Arcillas y areniscas.	PALEOCENO	311 h	GT 14
	* Arcillas argilificas y margas.	PALEOCENO	311 g	GT 16
	* Calizas con intercalaciones arcillosas.	PALEOCENO	311 f	GT 13
	* Arcillas margosas y calizas de Almarchal.	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14

FIG. 3. 26. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 2 (CONTINUACION)

SERIE DE ALMARCHAL				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	* Alternancia tipo M'lysch de margas y calizas	EOCENO	312 c	GT 14
	* Arcillas margosas y calizas de Almarchal	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14

SERIE DEL TAMBOR				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Areniscas con intercalaciones esporadicas de arcillas.	CRETACICO INFERIOR	231 b	GT 16
	Arcillas con intercalaciones de areniscas	CRETACICO INFERIOR	231 a	GT 14

SUBBETICO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	* Alternancia de margas y calizas	EOCENO	312 b	GT 14
	* Alternancia irregular de calizas y margas.	PALEOCENO	311 a	GT 13
	* Margas blanquecinas con intercalaciones de calizas.	CRETACICO SUPERIOR	232 a	GT 19
	* Alternancia irregular de margas-calizas y margas blanquecinas	CRETACICO INFERIOR	231 c	GT 19
	* Calizas, dolomias y margas	JURASICO INFERIOR	221	GT 17
	* Ofitas	TRIASICO SUPERIOR	213 c	GT 20
	* Dolomias	TRIASICO SUPERIOR	213 b	GT 17
	* Arcillas, yesos y areniscas	TRIASICO SUPERIOR	213 a	GT 21

FIG. 3.26. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 2 (CONTINUACION)

- Geotecnia

Son terrenos inundables en épocas de avenidas, permeables por percolación y con niveles freáticos superficiales.

La capacidad de carga es baja y los asentamientos estimados altos. Su excavabilidad es fácil. A pesar de que constituyen pequeños yacimientos granulares, su explotación no es rentable dada la escasa extensión que presentan.



Figura 3.27. Detalle del aluvial del arroyo de la Miel, a su paso por el barrio de El Cobre de Algeciras.

ELUVIAL, (v)

Este grupo está descrito en la Zona 1, al ser más representativo de la misma.

ALUVIO-COLUVIAL, (ac)

- Litología

Estos sedimentos depositados por procesos mixtos de aguas de arroyada y de gravedad, tienen una composición que depende de la litología del área madre de la cual proceden. Fundamentalmente están constituidos por arenas limosas, con cantos subangulosos dispersos de naturaleza calcárea y silícea.

El espesor del grupo se estima comprendido entre 2.0 y 4.0 m aproximadamente.

- Estructura

Son depósitos sin estructura interna defina, dispuestos horizontal o subhorizontalmente y que se adaptan a la superficie topográfica sobre la que se depositan.

- Geotecnia

Los materiales de este grupo tienen una permeabilidad media y un drenaje superficial aceptable por percolación. Son ripables y fácilmente erosionables. La capacidad portante es baja y los asentos altos.

Ensayos de identificación consultados muestran los siguientes valores:

- Clasificación USCS= CL
- Clasificación H.R.B.= A-7-6
- Límite líquido (LL)= 41.3 - 45.9
- Límite plástico (LP)= 10.7 - 15.8
- Índice de plasticidad (IP)= 30.1 - 30.6
- M.O.(%)= 2.067

COLUVION, (c1)

Este grupo está descrito en la Zona 3.

CONO DE DEYECCIÓN FINO, (d1)

Este grupo se ha descrito en la Zona 1

ABANICO ALUVIAL, (AA)

Este grupo se describe en la Zona 4.

TERRAZA FLUVIAL, (ta)

- Litología

Gravas redondeadas de naturaleza poligénica, empastadas por una matriz arenolimsa de tonos marrones. En el estudio se han distinguido tres niveles de terrazas, pero debido a su similitud litológica se han reunido en un mismo grupo.

La potencia máxima de este grupo se estima del orden de 3.0 m (Figura 3.28)

- Estructura

Se trata de depósitos horizontales, que aparecen ocupando plataformas planas dispuestas en graderío. Internamente y en corte las gravas y arenas se disponen de forma masiva o bien en niveles lenticulares que se acuñan lateralmente. Los depósitos más extensos de este grupo se localizan en el valle del río Almodóvar.

- Geotecnia

Son materiales ripables y permeables por percolación. En las terrazas bajas los niveles freáticos suelen estar a escasa profundidad, mientras que en las altas pueden originar acuíferos colgados si el sustrato es impermeable. En este último caso y si las terrazas quedan colgadas en desmontes, se procurará el drenaje de las aguas para evitar el deterioro del talud, así como posibles deslizamientos.



Figura 3.28. Vista panorámica de una terraza en el arroyo El Zurraque (Hoja:1069-4).

Se estima que la capacidad de carga es baja y los asentos previsibles son altos. En zonas donde el espesor de las terrazas sea pequeño, el horizonte freático creado en el contacto con el sustrato impermeable puede modificar negativamente los valores de la capacidad portante y los asentos del terreno. Debido a su falta de cementación son materiales fácilmente ripables. Este grupo constituye pequeños yacimientos granulares.

MARISMA, (M)

Este grupo se describe en la Zona 4, al ser más representativo de la misma.

MANTO EOLICO, (e)

Esta formación ha sido descrita en la Zona 1.

TERRAZA MARINA GRUESA, (TR1)

Este grupo se describe en la Zona 4.

RAÑA, (350a)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 1.

ARENAS VERDES CON FOSILES, (322d)

- Litología

Arenas de grano fino, de tonos verdosos y pasadas ocres, con fósiles dispersos de ostreidos. El conjunto aparece surcado por una retícula de venas de carbonatos.

- Estructura

Se trata de arenas densas, no cementadas y de aspecto masivo, sin estructuras internas visibles.

- Geotecnia

Materiales permeables, fácilmente excavables por medios mecánicos convencionales y erosionables. La capacidad de carga es media y los asentamientos diferenciales a corto plazo se estiman bajos.

Los taludes excavados en estos materiales se recomiendan que no sobrepasen los 35° ó 40° de pendiente, así como protegerlos con algún tipo de hidrosiembra para paliar su erosión.

Puntualmente se han explotado para la extracción de arenas.

ARENAS FINAS CON INTERCALACIONES DE ARCILLAS Y ARENISCAS (322c)

- Litología

Arenas de grano fino y de tonos claros, con intercalaciones de arcillas negras y niveles centimétricos de areniscas ferruginosas. Las arenas son bastante densas y en algunos tramos aparecen ligeramente cementadas por sílice.

- Estructura

Presentan una disposición horizontal o subhorizontal y aparecen dispuestos en ciclos de 2.0 m a 3.0 m de espesor, separados por niveles centimétricos de areniscas ferruginosas. Dentro de cada ciclo, la estructura es masiva (Figura 3.29)

- Geotecnia

Son materiales excavables por medios mecánicos y erosionables; debido a este último factor se recomienda que en la cabecera o coronación de los taludes excavados se coloquen cunetas de recogidas de agua, para canalizarlas y desviarlas fuera del desmonte. La capacidad de carga es media y los asentamientos previsible oscilan de medios a bajos. La permeabilidad es alta, aunque se halla dificultada por los niveles arcillosos, los cuales pueden dar lugar a la formación de horizontes freáticos colgados en desmontes importantes, con el consiguiente riesgo de originar deslizamientos y el deterioro rápido del talud.

En los desmontes excavados en estos materiales puede plantearse la conveniencia de que las pendientes sean pronunciadas, a fin de reducir al mínimo el recorrido del agua por el paramento de los taludes.

No se han observado taludes artificiales de interés.

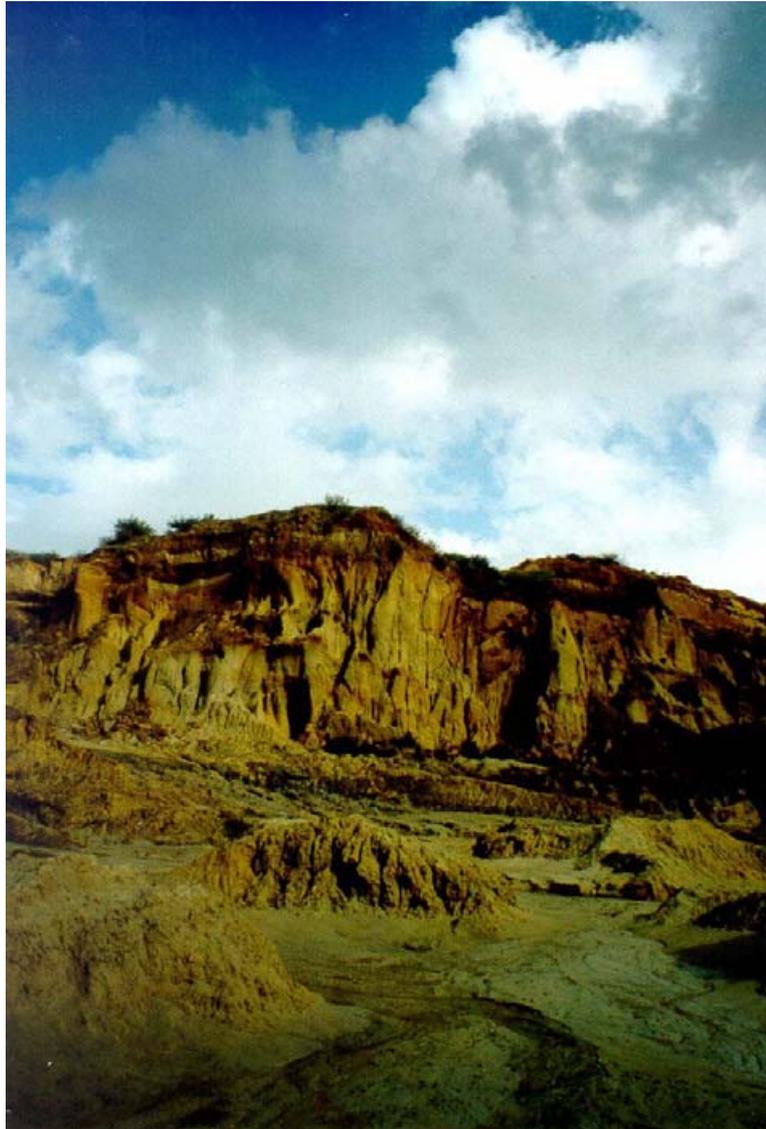


Figura 3.29. Panorámica del grupo (322c), en una cantera de biocalcarenitas, al norte de Algeciras. Obsérvese la intensa erosión que presentan.

BIOCALCARENITAS, (321m)

CALIZAS ARENOSAS, (321l)

MARGAS ARENOSAS AZULES (321g) CON INTERCALACIONES DE BIOCALCARENITAS, (321h)

Estos cuatro grupos se han descrito en la Zona 1.

MARGAS SILÍCEAS BLANCAS, (321e)

- Litología

Se trata de margas blanquecinas, ricas en fósiles de diatomeas, de aspecto masivo y bastante diaclasadas. En fractura son satinadas y presentan manchas de óxidos de manganeso y piritas oxidadas. Regionalmente se las conoce con el nombre de moronitas o albarizas (Figura 3.30).

Estructura

Este grupo aparece deformado o basculado por la ascensión halocinética de materiales triásicos subyacentes.

- Geotecnia

Son materiales ripables, alterables superficialmente, poco permeables y con un drenaje superficial, por escorrentía, de tipo medio a bajo. En zonas llanas y debido a su baja permeabilidad se producen encharcamientos en épocas de lluvias. La capacidad portante y los asentos previsibles son de tipo medio, excepto en los niveles superficiales alterados, donde la capacidad es baja y los asentos altos.

Se recomienda que los taludes de excavación no tengan pendientes superiores a los 40 °.

ARENISCAS CALCAREAS CON INTERCALACIONES ARCILLOSAS, (321d).

- Litología

Pequeño afloramiento constituido por areniscas calcáreas de grano fino, de tonos marrones y estratificadas en bancos 0.5 m de espesor máximo, con intercalaciones de arcillas grisáceas.



Figura 3.30. Detalle de las margas del grupo (321e) en el arroyo Guerra. Obsérvese el nivel de alteración superficial que presentan. Los materiales rojizos que recubren a las margas corresponden a los depósitos de una terraza fluvial (Hoja:1069-4).

- Estructura

La orientación estructural es ENE-WSW y los buzamientos son hacia el S, inferiores a los 60°.

- Geotecnia

Materiales semipermeables y con buen drenaje, fundamentalmente por escorrentía superficial. La capacidad de carga es alta, aunque pueden producirse pequeños asientos diferenciales por la presencia de los niveles arcillosos. Excavables mecánicamente.

Los taludes excavados en este grupo admitirán pendientes pronunciadas, aunque pueden producirse desplomes de los niveles cementados por erosión diferencial. Lógicamente, también habrá que tener en cuenta la orientación del talud con respecto a la de los estratos y su buzamiento.

Su presencia en el Tramo es testimonial y la incidencia que puede tener en futuras vías de comunicación es prácticamente nula.

CALIZAS GRANUDAS, CALIZAS BIOCLASTICAS Y MARGAS, (321c)

- Litología

Alternancia irregular de calizas granudas de grano grueso, calizas limo-arenosas y margas de tonos claros. Todo el grupo aparece estratificado en niveles que oscilan entre 0.2 y 1.0 m de espesor. Normalmente estos materiales aparecen recubiertos por suelos eluviales, no existiendo buenos afloramientos en corte que permitan una observación en detalle de los mismos.

- Estructura

Corresponde a uno de los "bloques" englobados dentro del Complejo Tectosedimentario. Originan lomas alargadas en la dirección estructural de las capas, las cuales son dos fundamentalmente: NE-SW y E-W. Los buzamientos se orientan hacia el S y SE, y están comprendidos entre 30° y 60° (Figura 3.31).



Figura 3.31. Resalte morfológico originado por los materiales del grupo (321c). Este grupo aparece normalmente recubierto. Cerro de Najara (Hoja:1073-1).

- Geotecnia

Son materiales ripables y con una capacidad de carga media y unos asientos previsibles bajos. La permeabilidad es media, aunque el flujo de agua esté dificultado por los niveles margosos. El drenaje es bueno y se realiza por percolación, en los niveles permeables, y por escorrentía superficial, ésta última activa debido a la topografía alomada que presenta el grupo.

Los taludes artificiales pueden plantear problemas de estabilidad en aquellos casos en que se dispongan paralelos a la estructura del grupo, y fundamentalmente en aquellos cuya inclinación sea en el mismo sentido que el buzamiento.

ARENISCAS DEL ALJIBE CON INTERCALACIONES ARCILLOSAS, (321b)

Este grupo se describe en la Zona 3.

ARCILLAS CON TUBOTOMACULUM Y ARENISCAS, (321a)

- Litología

Grupo compuesto por arcillas rojas y verdes, satinadas y de aspecto esquistoso, con nódulos de azufre y puntualmente yeso. Mineralógicamente el aspecto más reseñable es la presencia de montmorillonita. Son frecuentes las intercalaciones de niveles centimétricos de areniscas calcáreas y de limolitas ferruginosas. Las arcillas presentan restos de trazas fósiles (Tubotomaculum) (Figura 3.32).



Figura 3.32. Alternancia de arcillas y areniscas, recubiertas por una terraza marina, en la playa situada entre Barbate y Zahara de los Atunes.

- Estructura

Esta arcillas presentan una estructura compleja, debido a que aparecen implicadas en desplazamientos gravitacionales, además de haber servido también como nivel de despegue en el emplazamiento de algunas escamas de la unidades del Campo de Gibraltar. La características más sobresaliente del Complejo Tectosedimentario es la de englobar una serie de bloques, algunos de dimensiones kilométricas, de diferentes edades y litologías, que "flotan" en la masa arcillosa.

- Geotecnia

Son materiales prácticamente impermeables y con un drenaje que se realiza exclusivamente a través de la escorrentía superficial, la cual no es muy activa. En zonas llanas con posibilidad de que se produzcan encharcamientos habrá que prestar especial importancia al drenaje de la calzada, a fin de evitar asientos diferenciales importantes. La capacidad portante varía de baja a media y los asientos previsibles de medios a altos. Son excavables mecánicamente.

Debido a la presencia de montmorillonita presentan problemas de expansividad, y puntualmente de agresividad en las zonas yesíferas.

Los taludes observados son inestables a partir de 30° de pendiente y presentan signos de erosión (cárcavas) (Figura 3.33). A tal efecto se recomienda construir una recogida de aguas en la coronación del desmonte y canalizarlas para evitar su circulación por el paramento del mismo.

Los ensayos realizados en estos materiales muestran los siguientes resultados:

- Clasificación USCS= MH
- Clasificación H.R.B.= A-7-5 (31)
- Límite líquido (LL)= 62.7
- Límite plástico (LP)= 36.8
- Índice de plasticidad (IP)= 26
- P.N.(Densidad/Humedad)= 1.38/27.9
- Ensayo Lambe=2.4



Figura 3.33. Erosión de las arcillas del grupo 321a, en un talud de la carretera de Zahara a Barbate.

ARENISCAS Y ARCILLAS, (313d).

- Litología

Conjunto formado por areniscas calcáreas y arcillas rojizas. Las areniscas son de tonos marrones-grisáceos, con laminación paralela y laminación convoluta, de grano fino y dispuestas en niveles de 0.3 a 0.5 m de espesor. Las arcillas son masivas y presentan abundantes nódulos de pirita. Este grupo aparece bastante recubierto y no presenta buenos afloramientos (Figura 3.34).

- Estructura

Este grupo aparece en forma de láminas unidas o ligeramente despegadas de los bloques de las Areniscas del Aljibe, aunque también aparecen en bloques sueltos. Se supone que constituyen el nivel principal de ruptura a partir del cual dichas Areniscas del Aljibe se han separado del resto de las series infrayacentes.



Figura 3.34. Al Fondo, Lomas del Lentiso originadas por los afloramientos del grupo (313d). (Hoja:1069-3).

- Geotecnia

Son materiales ripables por medios mecánicos, ya que los bancos de areniscas no son lo suficientemente potentes para necesitar voladura para su remoción. La alternancia de niveles permeables e impermeables puede dar lugar a la existencia de acuíferos cautivos y colgados. La capacidad de carga, en conjunto, es media-alta, aunque pueden producirse ciertos asentamientos diferenciales en los niveles arcillosos. La escorrentía superficial es buena debido a la disposición topográfica que presentan.

No se han observado taludes de interés, pero en los desmontes excavados en este grupo pueden originarse desplomes de los niveles cementados, por erosión diferencial de los tramos blandos.

MARGAS Y ARENISCAS MICACEAS, (313b)

ARENISCAS MICACEAS, ARENISCAS SILICEAS Y MARGAS, (313a)

ARCILLAS, LIMOLITAS CALIZAS Y ARENISCAS, (312f)

CALIZAS Y MARGAS ARENOSAS, (312e)

ALTERNANCIA DE CALIZAS Y ARCILLAS, (312d)

Estos grupos se describen en la Zona 3, al ser más representativos de la misma.

MARGAS Y CALIZAS, (312c)

- Litología

Alternancia tipo flysch de margas grisáceas y calizas arenosas. Las margas aparecen en bancos de 0.5 m a 1 m de espesor, y son dominantes sobre las calizas que presentan una potencia centimétrica (Figura 3.35).

- Estructura

La dirección estructural de estos materiales es ENE-WSW y sus buzamientos están comprendidos entre 30° y 60°, invertidos hacia el NW. Aunque los dos únicos afloramientos que aparecen de este grupo (Hoja 1077- Cuadrante 4) se localizan en la serie de Almarchal, su asignación a esta serie es dudosa.

- Geotecnia

En conjunto, la permeabilidad del grupo es baja y el drenaje bueno por escorrentía superficial, favorecido por la morfología alomada de los afloramientos. Tanto la capacidad de carga como los asentamientos son de tipo medio. Se excavan por medios mecánicos convencionales.

Los taludes excavados perpendicularmente a la dirección de los estratos no plantearán problemas de estabilidad, mientras que los excavados paralelamente a la estructura dependerá del buzamiento de las capas y de la pendiente del talud.



Figura 3.35. Vista panorámica del grupo (312c), en una excavación realizada en el cerro de la Torre, al este de las inmediaciones de Zahara de los Atunes.

MARGAS Y CALIZAS, (312b)

- Litología

Conjunto formado por una alternancia de margas y calizas micríticas de tonos claros, de aspecto flyschoides y estratificadas en bancos que no superan los 0.30 m de espesor.

- Estructura

Se localiza solamente en el mapa de Veger de la Frontera (1073), en las inmediaciones de Las Lomas del Pericón. El conjunto aparece plegado según una dirección NE-SW y con buzamientos comprendidos entre los 30° y 60° hacia el SE.

Esta unidad pertenece a la plataforma subbética, sin embargo aparece incluida en el complejo Tectosedimentario.

- Geotecnia

Conjunto ripable y con buen drenaje superficial favorecido por las pendientes topográficas. Permeabilidad en general baja, aunque pueden dar lugar a horizontes de acuíferos colgados de escasa entidad, correspondientes a los niveles calizos. La capacidad de carga y los asentos estimados son medios.

Los taludes excavados en estos materiales no plantearan problemas si son perpendiculares a la estructura, mientras que si son paralelos a ella tendrán que acomodarse al buzamiento de los estratos.

CALIZAS ARENOSAS Y MARGAS, (312a)

- Litología

Este grupo aparece bastante recubierto, existiendo pocos afloramientos del mismo. Está constituido por una alternancia irregular de calizas arenosas, de grano fino y tonos blanquecinos, y margas grisáceas. La estratificación del conjunto es inferior a los 0.5 m de potencia.

- Estructura

Los afloramientos de este grupo configuran pequeñas lomas que sobresalen del entorno de las arcillas del Complejo Tectosedimentario. Aparecen plegados según dos direcciones: E-W y ENE-WSW. Los buzamientos quedan comprendidos entre 30° y 60° hacia el S.

- Geotecnia

Son materiales ripables y con una capacidad de carga media y unos asentos de magnitudes pequeñas. La permeabilidad es baja, debido a la presencia de las margas y a la escasa potencia de los estratos de calizas, y la escorrentía superficial es media-alta favorecida por la topografía (Figura 3.36).

La estabilidad de los taludes dependerá fundamentalmente de la orientación de éstos con respecto a la de los estratos.



Figura 3.36. Panorámica del Cerro del Hinojal, totalmente recubierto, constituido por afloramientos del grupo (312a). (Hoja:1073-1).

ARCILLAS ROJAS Y ARENISCAS, (311i)

ARCILLAS Y ARENISCAS, (311h)

Estos dos grupos se describen en la Zona 3.

ARCILLAS ARGILITICAS Y MARGAS, (311g)

- Litología

Alternancia centimétrica de arcillas argilíticas de tonos rojos, verdes y negros, de aspecto esquistoso y con intercalaciones de margas grisáceas (Figura 3.37).

- Estructura

Grupo muy tectonizado afectado por pliegues, fallas y cabalgamientos. Los buzamientos son elevados, estando comprendidos, los observados, entre 40° y 70°.

- Geotecnia

Dada la baja permeabilidad del grupo el drenaje se realiza exclusivamente por escorrentía superficial, la cual suele ser de carácter medio. La capacidad de soporte es ba-

ja y los asientos previsible altos. La excavabilidad es fácil. En muchas zonas este grupo se comporta prácticamente como un suelo.

Se han observado taludes de alturas medias, inestables por deslizamientos puntuales y con inclinaciones de 45°.

CALIZAS CON INTERCALACIONES ARCILLOSAS, (311f)

Este grupo está descrito en la Zona 3.



Figura 3.37. Desmorte excavado en los materiales del grupo (311g), en un talud de las obras de la urbanización de Playa Grande (Algeciras). Obsérvese los pequeños desprendimientos que presenta.

ARCILLAS MARGOSAS Y ARENISCAS, (311e)

- Litología

Arcillas margosas de tonos rojizos y verdosos, con intercalaciones de areniscas calcáreas de color blanquecino en corte y marrón oscuro en superficie, debido a tinciones por óxidos de hierro, y dispuestas en lechos de espesor inferior a los 0.4 m (Figura 3.38).



Figura 3.38. Aspecto del grupo (311e), en un pequeño desmonte del camino que atraviesa el cerro Longuera (Hoja:1074-3).

- Estructura

Este conjunto aparece plegado según orientaciones que oscilan de E-W a NW-SE y buzamientos comprendidos entre los 30° y 60° hacia el S-SW.

- Geotecnia

Son materiales excavables por medios mecánicos, escasamente permeables y con un drenaje superficial medio por escorrentía. La capacidad de carga varía de baja a media y los asentos esperados para cargas medias oscilan de medios a altos.

Se han observado taludes de alturas bajas, estables y con inclinaciones de 35°.

CALIZAS ARENOSAS, (311c)

Estos grupos se describen en la Zona 3

MARGAS, ARENISCAS Y CALIZAS, (311b)

- Litología

Formación constituida por margas versicolores, con intercalaciones decimétricas de horizontes de areniscas calcáreas ferruginosas y calizas arenosas.

- Estructura

Se localizan en el núcleo de pequeños cerros o colinas que se alinean paralelas a las sierras de las Areniscas del Aljibe. El hecho de la proximidad a estos materiales de la Unidad de Almarchal se debe a la fase tectónica de retrocabalgamiento.

- Geotecnia

En líneas generales y debido a la existencia de las margas la permeabilidad del conjunto es baja. La escorrentía superficial es buena y la excavabilidad fácil. La capacidad portante varía de baja a media y los asentamientos previsible de medios a altos, éstos últimos fundamentalmente en los niveles superficiales alterados.

Los taludes a excavar en estos materiales se prevén estables para inclinaciones de 35° a 40°, aunque lógicamente dependerá en gran medida del plegamiento que presenten los estratos.

CALIZAS Y MARGAS BLANCAS, (311a)

- Litología

Conjunto constituido por una alternancia irregular de calizas y margas, ambas de tonos blanquecinos. Las calizas son de textura micrítica y aparecen estratificadas en niveles de espesor inferior a 0.5 m, pero se concentran en bancos de 2 a 3 m de potencia.

- Estructura

Se deposita en discordancia mecánica sobre el Triásico Superior, y a nivel de afloramiento aparece plegado con buzamientos no superiores a los 60°. El basculamiento de este grupo se debe, seguramente, a procesos halocinéticos del Triásico (Figura 3.39).

- Geotecnia

Se trata de un grupo de permeabilidad baja, aunque algunos niveles de calizas pueden contener cierta cantidad de agua y dar lugar a acuíferos colgados; este fenómeno, si ocurre, puede causar inestabilidades en taludes de alturas considerables. La capacidad de carga varía de media a elevada y los asentamientos previsibles son bajos.

No se han observado taludes de interés, pero pueden producirse desplomes de los niveles de calizas por descalce y erosión diferencial de las margas.

ARCILLAS ROJAS, (232d)

- Litología

Este grupo ocupa zonas de poco relieve y está constituido por arcillas de tonos rojovinosos. La alteración superficial y la escasez de afloramientos no ha permitido definir la disposición interna del grupo (Figura 3.40).



Figura 3.39. Contacto mecánico entre los materiales del grupo (311a) y las arcillas triásicas (213a), al noreste de Chiclana.

- Estructura

Se localiza entre la Serie de Almarchal y la del Aljibe, y por las razones anteriormente expuestas no se aprecia la estructura del grupo.

- Geotecnia

Dado el carácter impermeable del conjunto el drenaje se realiza por medio de la escorrentía superficial, que es de tipo medio, a excepción de las zonas llanas, donde es mala y existen riesgos de que se produzcan encharcamientos. La capacidad de soporte es baja y los asentamientos previsibles altos. Presentan una excavabilidad fácil. Las laderas naturales muestran pequeños lóbulos que indican fenómenos de reptación.

Se recomienda que los taludes excavados en estos materiales no superen los 30° de pendiente, así como adoptar las medias oportunas para evitar la erosión de los mismos.



Figura 3.40. Vista general de las arcillas del grupo (232d), al noroeste de Algeciras. Obsérvese en la parte izquierda los pequeños lóbulos de reptación.

ARCILLAS MARGOSAS Y CALIZAS DE ALMARCHAL, (232b)

- Litología

Conjunto formado por arcillas margosas de tonos rojizos, grises y verdosos, con intercalaciones de calizas arenosas laminadas, estratificadas en niveles centimétricos, aunque en algunos casos aparecen en bancos de hasta 1 m de espesor. Los niveles de calizas se distribuyen dentro de la masa arcillosa de forma irregular.

- Estructura

La serie de Almarchal tiene un carácter autóctono o paraautóctono, y sirve de sustrato común a las demás series superiores. A pesar de la gran extensión que ocupa no existen buenos afloramientos que permitan estudiar su estructura, la cual es bastante compleja debido a las deformaciones que ha sufrido en sucesivas fases tectónicas.

Los buzamientos observados en campo se sitúan alrededor de los 65°.

- Geotecnia

En un grupo alterable superficialmente, de modo que normalmente aparece recubierto por suelos arcillosos. El drenaje superficial es muy variable debido a la heterogeneidad topográfica que presenta. En áreas llanas se ocasionan encharcamientos en épocas de lluvias, mientras que en zonas alomadas la escorrentía superficial es buena. El carácter eminentemente arcilloso hace que tengan una capacidad portante baja-media y unos asentamientos que oscilan de medios a altos, éstos últimos sobre todo en los niveles superficiales alterados. La permeabilidad es baja, a pesar de que los bancos calcáreos pueden originar niveles acuíferos colgados, en cuyo caso pueden originar inestabilidades y la degradación rápida de los taludes.

Los desmontes excavados en esta formación presentan deslizamientos, para alturas bajas e inclinaciones de 30°. También presentan cárcavas originadas por la escorrentía de las aguas. Para evitar el deterioro del talud es aconsejable construir una recogida de aguas en coronación, así como utilizar tratamientos de hidrosiembra (Figura 3.41).



Figura 3.41. Deslizamientos en un talud protegido con un muro flexible de gaviones, en el P.K.68,500 de la carretera N-340.

MARGAS Y CALIZAS (232a)

- Litología

Margas nodulosas de tonos blanquecinos y rojizos, con intercalaciones esporádicas de calizas que contienen nódulos de sílex. Se disponen en niveles de espesor centimétrico y en superficie aparecen muy alteradas, originando suelos arcillosos (Figura 3.42).

- Estructura

Este conjunto se apoya discordante, mediante contacto mecánico, sobre los depósitos arcillo-yesíferos del Triásico Superior. En los cortes observados aparece plegado según una dirección NE-SW y con buzamientos hacia el SE, comprendidos entre 35° y 55°.



Figura 3.42. Detalle de los niveles superficiales alterados del grupo (232a), en un pequeño arroyo en el cerro del Cañuelo (Hoja:1069-4).

- Geotecnia

Es un conjunto excavable por medios mecánicos, poco permeables y con un drenaje superficial de tipo medio. La alteración superficial tan intensa que presenta da lugar a que esta formación tenga una capacidad portante baja y unos asentamientos altos. En estado sano estos parámetros pueden considerarse de carácter medio.

No se han observado taludes artificiales de interés, pero las laderas naturales aparecen muy agrietadas.

ARCILLAS Y ARENISCAS, (231d)

- Litología

Arcillas de tonos rojizos y grisáceos, con niveles intercalados de areniscas. Las areniscas son de grano fino, ligeramente calcáreas, ferruginosas y dispuestas en horizontes que oscilan desde centímetros hasta 0.5 m (Figura 3.43).

- Estructura

El único afloramiento cartografiado se localiza en el Cerro de la Alcachota (Hoja n 1077-1). Presenta una estructura de dirección NE-SW y buzamientos inferiores a los 30° hacia el SE.

- Geotecnia

Materiales con una permeabilidad muy baja, donde solamente los niveles areniscosos de 0.5 m espesor pueden posibilitar el flujo de agua. La topografía alomada del grupo facilita un buen drenaje por escorrentía superficial, hecho que provoca la erosión y formación de cárcavas en las arcillas. La capacidad de carga en conjunto es baja, y los asentamientos diferenciales altos debido a la alternancia heterogénea de capas de arcillas. Su excavación es fácil por medios mecánicos.

Los taludes de excavación se prevén estables para pendientes inferiores a los 40°. Sin embargo, sí es previsible que se produzcan desplomes de los niveles cementados y cárcavas en los tramos arcillosos.



Figura 3.43. Aspecto general del grupo (231d), en una ladera natural del cerro de la Alcachota.

MARGOCALIZAS Y MARGAS BLANCAS, (231c)

- Litología

Alternancia irregular de margocalizas y margas de tonos blanquecinos, estratificadas en niveles centimétricos (Figura 3.44).



Figura 3.44. Detalle de las margocalizas y margas del grupo (231c), en la pista que sube a la cantera de El Berrueco. Los niveles superficiales se hallan intensamente alterados.

- Estructura

En los escasos afloramientos que presenta este grupo, se observa que aparecen plegados según direcciones variables y con buzamientos inferiores a los 60°. El contacto con las formaciones adyacentes es siempre de tipo mecánico.

- Geotecnia

La permeabilidad del conjunto es baja, debido al carácter margoso del mismo. El drenaje es bueno y se realiza exclusivamente por escorrentía superficial. La capacidad de soporte es media y los asentamientos que pueden dar lugar a problemas, excepto en los niveles superficiales alterados, que pueden ser localmente significativos. No es necesario el uso de explosivos para su remoción.

Aunque la estabilidad de los taludes dependerá de la dirección y buzamiento de los estratos, a título orientativo se recomienda que los desmontes excavados no sobrepasen los 45° de inclinación.

CALIZAS, DOLOMIAS Y MARGAS, (221)

- Litología

Aparecen exclusivamente en tres afloramientos dentro del ámbito de todo el Estudio. Corresponde a calizas y dolomías de tonos grisáceos, de textura micrítica, frecuentemente brechificadas y estratificadas en niveles de 0.5 m de espesor, aunque también aparecen tramos de estructura masiva. Entre el conjunto aparecen intercalados niveles de margas nodulosas, de color gris oscuro. El contenido faunístico es abundante.

- Estructura

Estos materiales aparecen fuertemente tectonizados, con capas subverticales e invertidas. El contacto con el Triásico es siempre mecánico (Figura 3.45).

- Geotecnia

Es un grupo no ripable por medios mecánicos, aunque puntualmente sí lo es en tramos muy fracturados. Son materiales permeables por fisuración y tienen un buen drenaje, tanto por escorrentía superficial, a causa de sus pendientes topográficas, como en la vertical, por infiltración. La capacidad de carga es elevada y los asentamientos nulos. No se han observado signos de karstificación.



Figura 3.45. Detalle del intenso plegamiento del grupo (221), en la cantera de El Berrueco (Hoja:1069-4).

Los taludes artificiales aparecen protegidos con mallas metálicas, por caídas de bloques y cuñas, para alturas medias y con inclinaciones de 60°.

Esta formación se explota en canteras para su utilización en áridos de carreteras.

OFITAS, (213c)

- Litología

Este grupo presenta un solo afloramiento, prácticamente sin entidad cartográfica, dentro de las arcillas del Trías. Se trata de ofitas de tonos verdosos y textura holocristalina, de grano medio a fino y compuestas esencialmente por plagioclasa y piroxenos (Figura 3.46).



Figura 3.46. Detalle del único afloramiento de ofitas existente en el Tramo, en las inmediaciones del cortijo el Corbacho (Hoja:1069-4).

- Estructura

Rocas de origen efusivo frecuentes en los materiales triásicos. No presentan ninguna estructura característica, a excepción de un sistema de diaclasas en enrejado, que favorece una disyunción en "bolos" característica.

- Geotecnia

Es un grupo no ripable, permeable solamente por fisuración y con una capacidad de carga elevada. Son materiales muy apreciados por su utilización en las carreteras para la capa de rodadura, pero en este caso se desaconseja su explotación, dada las reducidas dimensiones del único afloramiento existente.

DOLOMIAS, (213b)

- Litología

Dolomías tableadas de tonos grises oscuros y negros, de textura micrítica y, en algunos tramos, brechoide, con laminaciones de algas y porosidad debida a la disolución de sulfatos.

- Estructura

Constituyen "masas" aisladas dentro de las arcillas yesíferas triásicas. Aparecen suavemente plegadas en una sucesión de anticlinales y sinclinales, con buzamientos no superiores a los 30°. Muy fracturadas, de modo que la roca se fragmenta en bloques muy pequeños (Figura 3.47).

- Geotecnia

Son rocas permeables por fracturación y por una cierta porosidad debida a la disolución de sulfatos. El drenaje superficial es aceptable, y se realiza a través de la escorrentía y por infiltración. La capacidad de carga es elevada y los asientos nulos, excepto si existen áreas karstificadas, aunque éstas últimas no se han observado. Generalmente son ripables por medios mecánicos, pero puede ser necesario el uso de voladura en zonas donde la roca aparezca poco fracturada.

De estos materiales existen numerosas canteras, actualmente abandonadas, para la obtención de áridos.

Los taludes artificiales admiten pendientes pronunciadas, a pesar de que puntualmente pueden producirse caídas de bloques y cuñas.



Figura 3.47. Detalle de las dolomías tableadas del grupo (213b), en una cantera abandonada situada al norte del cerro El Berrueco.

ARCILLAS , YESOS Y ARENISCAS ROJAS, (213a)

- Litología

Este conjunto constituye el techo del Triásico Superior y se presenta en facies "germano-andaluz". Está compuesto por arcillas versicolores y yesos, con niveles intercalados de areniscas rojas. Los yesos aparecen de forma dispersa entre las arcillas, rellenando grietas o bien concentrados en paquetes masivos de cierta entidad. Son frecuentes los nódulos de azufre y los cuarzos bipiramidales (Jacintos de Compostela) (Figura 3.48).

- Estructura

Este grupo presenta una estructura caótica y dislocada, debida a los procesos halocinéticos tan profundos que han sufrido. Desde el punto de vista tectónico, el conjunto se encuadra dentro de la plataforma subbética.



Figura 3.48. Detalle de los niveles de yesos del grupo (213a). Desmonte situado en una pista de tierra que discurre por el valle del río Salado.

- Geotecnia

Son materiales que presentan numerosos problemas en la estabilidad de taludes, debido al carácter arcilloso y plástico del conjunto. Por otro lado, la presencia de yeso hace que las aguas que circulan por ellos sean selenitosas (agresivas), muy perjudiciales para los aglomerantes hidráulicos y aceros ordinarios (Figura 3.49).



Figura 3.49. Desprendimientos en un talud excavado en los materiales del grupo (213a), en la pista asfaltada de acceso a la cantera de El Berrueco (Hoja 1069-4).

La capacidad portante es baja y los asentamientos predecibles altos. Pueden surgir asentamientos bruscos o hundimientos en el caso de que existan oquedades por disolución de los yesos. Son excavable por medios mecánicos convencionales.

Son materiales impermeables, de modo que la escorrentía superficial está en función de la pendiente topográfica. En zonas llanas el drenaje es deficiente y se originan áreas encharcadas en épocas de lluvias.

Se han observado taludes artificiales en arcillas de alturas bajas, inestables y con inclinaciones de 40°. La presencia de concentraciones importantes de yeso, así como de areniscas, proporciona estabilidad a los taludes; en esta última litología se han observado taludes de alturas medias, estables, aunque con pequeños desprendimientos en cabecera, y con inclinaciones de 40°.

3.3.5. Grupos geotécnicos

Teniendo en cuenta los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona 2, así como sus respectivas características geotécnicas, se han definido los siguientes "grupos geotécnicos":

- GT1. Limos, arcillas, arenas y gravas

Son materiales con niveles freáticos a escasa profundidad e inundables en épocas de avenida. La capacidad de carga es baja y los asentamientos previsible altos. En la Zona 2, este grupo lo constituyen las formaciones (A1) y (a2).

- GT2. Gravas y bolos poligénicos con matriz arcillosa y areno-limosa

Debido a la naturaleza heterogénea de la matriz muestran una permeabilidad variable: baja y con problemas de drenaje cuando la matriz es arcillosa, y alta y con buen drenaje por percolación en los casos en que la matriz es limo-arenosa; en estos últimos casos pueden dar lugar a acuíferos localizados a escasa profundidad, si existe un sustrato impermeable bajo ellos. La capacidad de carga es baja y los asentamientos previsible altos. Se recomienda que los taludes de excavación no sean superiores a los 40°. Las formaciones (ta) y (350a) componen este grupo en la Zona 2.

- GT3. Limos, arcillas y arenas

Formaciones con capacidad de carga baja y asentamientos altos. Inundaciones periódicas de agua. Presencia abundante de materia orgánica. En la Zona 2, solamente la formación (M) representa a ese grupo.

- GT4. Conglomerados calcáreos y fragmentos de conchas

Grupo difícilmente ripable y con una capacidad de carga elevada. Esta última puede disminuir y originar asentamientos en zonas de acumulaciones importantes de conchas. Dan lugar a desprendimientos de bloques por erosión diferencial de los sedimentos subyacentes. Los taludes admiten pendientes subverticales, pero pueden producirse caída de bloques por desgajamiento de los mismos. En esta Zona 2, constituye este grupo la formación (TR1).

- GT6. Arenas, limos y arcillas, con cantos dispersos

Conjunto con una capacidad de carga baja y unos asientos altos. La permeabilidad varía de baja a alta, en función de la granulometría dominante. Son materiales fácilmente ripables. El drenaje depende exclusivamente de la permeabilidad, ya que la escorrentía superficial es deficiente, a causa de la horizontalidad topográfica. Las formaciones (v), (ac), (d1) y (AA), son las que componen este grupo en la Zona 2.

- GT7. Limos, arcillas, arenas , bloques y cantos

Grupo constituido por granulometrías muy heterométricas. Ripable, erosionable y con una permeabilidad y escorrentía superficial de tipo medio. La capacidad de carga es baja-media y los asientos previsible altos. Los taludes de excavación no deben de sobrepasar los 35° de pendiente. La formación (c1) es la única representante de este grupo en la Zona 2.

- GT9. Arenas mal clasificadas

Materiales con una capacidad de carga baja y asientos altos a corto plazo. Difíciles de compactar debido a la granulometría homogénea de sus granos. Los taludes de excavación son estables para pendientes de 30°. Solamente la unidad (e) representa a este grupo en la Zona 2.

- GT10. Arenas de grano fino, con intercalaciones de arcillas y areniscas

Grupo permeable, ripable y erosionable. La capacidad de carga es media y los asientos oscilan de bajos a medios. En unos casos se recomienda que los taludes no sobrepasen los 40° de inclinación, mientras que en otros puede ser conveniente excavarlos con pendientes pronunciadas, con el fin de evitar al máximo el recorrido del agua por el paramento del talud. En la Zona 2, las formaciones (322d) y (322c) representan a este grupo.

- GT12. Biocalcarenitas

Materiales ampliamente utilizados como materiales de préstamo en la construcción de carreteras. Permeables y ripables por medios mecánicos convencionales. La capacidad de carga es alta, aunque para tensiones puntuales elevadas pueden surgir asientos, por rotura y reordenamiento de los fragmentos fosilíferos. Los taludes son estables para pendientes pronunciadas (75°-80°). En la Zona 2, constituyen este grupo las formaciones (321m) y (321h).

- GT13. Alternancia de areniscas, calizas, arcillas y margas

Este grupo se caracteriza por estar constituido por una alternancia irregular de niveles competentes y permeables (areniscas y calizas) y niveles incompetentes e impermeables. El espesor de los estratos es pequeño, y en algunos casos tienen aspecto de flysch. La escorrentía superficial es activa debido a la topografía alomada de los afloramientos. La capacidad portante varía de baja a alta y los asientos de bajos a altos, éstos últimos en los niveles arcillo-margosos. La inestabilidad en los taludes se puede originar por descalce de los niveles cementados al erosionarse los niveles blandos, y por la disposición desfavorable entre la orientación de los taludes y la de los estratos. En la Zona 2, componen este grupo las formaciones (321d), (313d), (312e), (312d), (312a), (311f) (311a)

- GT14. Alternancia de arcillas, margas, limolitas, areniscas y calizas

En este grupo predominan las litologías poco competentes (arcillas y margas) sobre las competentes (areniscas y calizas). El grupo (321a) presenta esporádicamente niveles de yesos. La permeabilidad del conjunto suele ser baja, donde únicamente los niveles pétreos pueden contener agua. La capacidad portante varía de baja a media y los asientos estimados de medios a altos. Las arcillas del grupo (321a) son expansivas y también puntualmente agresivas en los tramos donde aparecen niveles de yesos. La escorrentía superficial depende de la topografía de los afloramientos. En zonas llanas existen problemas de drenaje a causa de la poca permeabilidad del conjunto. Los taludes suelen ser inestables a partir de los 30° de pendiente; asimismo presentan signos de erosión diferencial y acarreamiento. Este grupo está representado en la Zona 2 por las formaciones (321a), (312f), (312c), (312b), (311i), (311h), (311e), (311b), (232b) y (231d).

- G15. Areniscas del Aljibe con intercalaciones arcillosas

Este grupo se caracteriza por constituir las sierras más abruptas del Estudio. El drenaje es alto, tanto por escorrentía superficial como por infiltración. La ripabilidad varía desde ripable a presumiblemente no ripable. Normalmente la capacidad de carga es alta y los asientos nulos, aunque estos valores pueden variar desfavorablemente en los tramos poco cementados y donde se intensifique la presencia de niveles arcillosos. En zonas poco cementadas se erosionan fácilmente. Suelen originar en su base importantes masas deslizadas. La estabilidad de los taludes depende fundamentalmente del grado de fracturación y de la orientación de las discontinuidades (posible formación de bloques y cuñas) con respecto a la de los desmontes. Se han observado taludes de alturas medias, inestables y con inclinaciones de 60° a 70°; en algunos taludes las pendientes se han tendido hasta los 30°. Este grupo se compone únicamente de la formación (321b).

- G16. Areniscas micáceas, areniscas silíceas y margas

Aunque la distribución de los materiales es irregular, en este grupo suelen predominar los niveles competentes, que llegan a tener potencias decamétricas, sobre los blandos. Son formaciones con un buen drenaje superficial y con una permeabilidad limitada a los niveles areniscosos. La ripabilidad varía desde marginal a no ripable en los tramos rocosos, a fácilmente ripable en los tramos margosos y arcillosos. La capacidad de carga es alta y los asientos nulos en las areniscas, mientras que los tramos margosos y arcillosos tienen una capacidad de baja a media y unos asientos de medios a altos. Los taludes observados precisan de bermas para su estabilidad. Forman este grupo, en la Zona 2, las formaciones (313b) y (313a).

- GT17. Calizas, calizas arenosas, calizas bioclásticas, dolomías y niveles de margas

Grupo calcáreo con una capacidad portante media-alta y asientos nulos o bajos. Normalmente son ripables a causa de la fracturación y escaso espesor de los estratos, aunque existen zonas en que es preciso el uso de explosivos para su excavación. En líneas generales presentan, excepto el grupo (321l), un buen drenaje, tanto en la horizontal como en la vertical. Los taludes tienden a ser inestables por caída de bloques y cuñas. Las formaciones (321l), (321c),(311c), (221) y (213b) representan a este grupo en la Zona 2.

- GT18. Margas arenosas, margas silíceas, arcillas argilíticas y margas

Conjunto erosionable, alterable y ripable. Permeabilidad baja y con un drenaje que se realiza exclusivamente por escorrentía superficial. En zonas llanas existe riesgo de que se produzcan encharcamientos. La capacidad de carga varía de baja a media y los asientos previsibles de medios a altos. Los taludes son inestables para pendientes de 30° y se recomienda protegerlos de la erosión. En la Zona 2, componen este grupo las formaciones (321g), (321e), (311g) y (232d).

- GT19. Calizas, margocalizas y margas

Este conjunto aparece bien estratificado, excepto en los niveles alterados, pero en ningún caso presenta aspecto de flysch. Es un grupo ripable, poco permeable y alterable superficialmente. La capacidad de carga es de tipo medio, excepto en los niveles alterados que es baja, y los asientos varían de bajos a medios, e incluso altos en los niveles superficiales meteorizados anteriormente mencionados. Las laderas naturales presentan signos de agrietamiento. En los taludes de excavación se recomienda que las pendientes no superen los 30° de inclinación. Las formaciones (232a) y (231c) constituyen este grupo en la Zona 2.

- GT20. Ofitas

Este grupo, de muy escasa representación en el Tramo, está constituido por rocas ofíticas muy competentes, que necesitan el uso de explosivos para su excavación. La permeabilidad es baja y la capacidad portante elevada. (213c).

- GT21. Arcillas, yesos y areniscas rojas

Grupo problemático debido a la plasticidad de sus materiales y a la presencia de sulfatos. Es un conjunto ripable y poco permeable, con riesgo de encharcamientos en zonas de topografía horizontal. La capacidad de carga es baja y los asientos altos. Los taludes aparecen normalmente en situación inestable. Este grupo está compuesto por la formación (213a).

3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

La Zona 2 se caracteriza por presentar, dentro de su morfología alomada, una gran variedad en cuanto al relieve se refiere. Los principales obstáculos corresponden a las lomas que forman los "cuerpos" rocosos que aparecen dentro de las arcillas con Tubotomaculum y triásicas, y a los valles excavados por la red de drenaje. En el caso de las lomas, éstas no constituyen serias barreras para el diseño de nuevas carreteras, dado que en la mayoría de los casos son montes aislados fácilmente vadeables. Los valles de los ríos y arroyos no presentan grandes diferencias altimétricas, pero puntualmente sí pueden surgir dificultades, debido a las pendientes pronunciadas de las vertientes.

El drenaje suele ser por escorrentía superficial, y solamente en áreas arcillosas de topografía horizontal existe riesgo de encharcamiento. Los yesos presentes en las arcillas triásicas y del Complejo Tectosedimentario son los problemas litológicos más reseñables, junto con la presencia de montmorillonita que confiere un carácter expansivo a las arcillas de este último Complejo. En cuanto a los aspectos geotécnicos más negativos provienen de la inestabilidad de taludes que se originan en las formaciones arcillosas y en las de estructura tipo flysch: en las primeras por deslizamientos y erosión, y en las segundas por erosión diferencial y deslizamientos a causa de la disposición desfavorable entre talud y estratificación. De ello se deduce que son taludes que necesitan conservación. En cuanto al sustrato de apoyo, se plantean serios problemas de capacidad portante y de asientos en todas las formaciones de composición mayoritariamente arcillosa, y en los recubrimientos cuaternarios. Dentro de estos últimos cabe mencionar a los depósitos de marismas, que además de los problemas que plantean de capacidad portante y de asientos, se suman los derivados de la abundante presencia de materia orgánica y las inundaciones periódicas a que están sometidos.

3.4. ZONA 3: ZONAS DE SIERRAS MONTAÑOSAS Y RELIEVE ACCIDENTADO

3.4.1. Geomorfología

La Zona 3 se extiende por las siguientes Hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000:

Nº	Hoja	Cuadrantes
1073	Vejer de la Frontera	1 (p) y 2 (p)
1074	Tahivilla	3 (p)
1077	Tarifa	1 (p), 2 (p) y 3 (p)
1078	La Línea	4 (p)

En la Figura 3.50 se muestra la extensión y ubicación de la Zona 3 dentro del Tramo, así como la situación de un bloque diagrama y de dos cortes geológico esquemáticos realizados en la misma.

Está constituida, en su mayor parte, por los materiales más resistentes de todo el Tramo, es decir, por las Areniscas del Aljibe. Este hecho, unido a que tectónicamente corresponde a la serie más alta, condiciona que la Zona 3 esté configurada por una sucesión de sierras montañosas, que encierran las mayores cotas de todo el Tramo.

Básicamente se han distinguido dos tipos morfológicos, en función de la estructura de los materiales.

El primero de ellos y más frecuente corresponde a las alienaciones montañosas de areniscas, que configuran un paisaje agreste formado por una sucesión de crestones y farallones rocosos. Normalmente son sierras alineadas según orientaciones NW-SE y NE-SW, aunque también se distinguen formas complejas e irregulares, originadas por el plegamiento tan intenso que presentan.

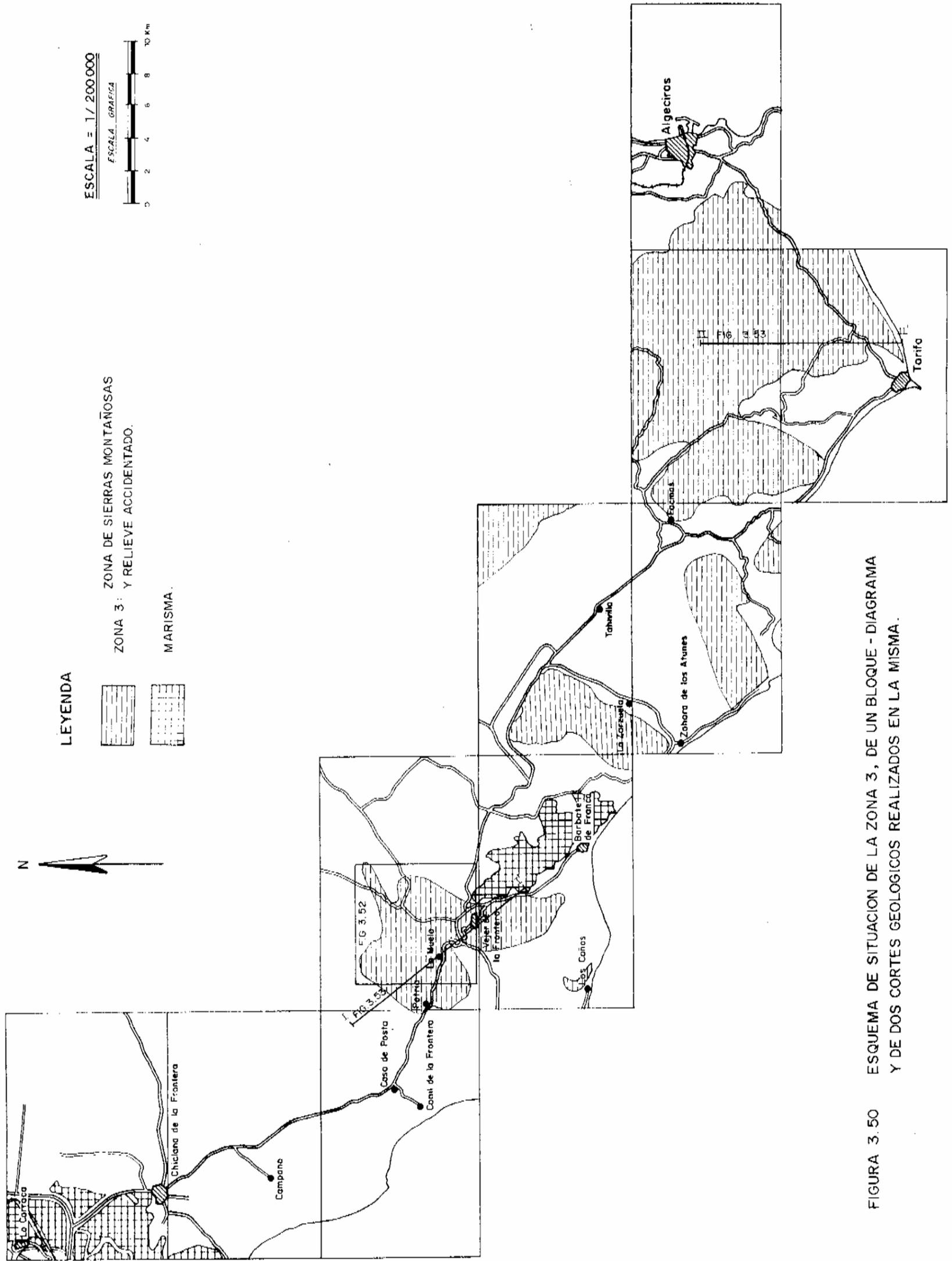


FIGURA 3.50 ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 3, DE UN BLOQUE - DIAGRAMA Y DE DOS CORTES GEOLOGICOS REALIZADOS EN LA MISMA.

La litología, las fuertes pendientes existentes y el clima húmedo de la región, favorecen los procesos de deslizamientos en masa, que se acumulan al pie de los relieves montañosos y son relativamente extensos.

La cota topográfica más alta es de 786 m de altitud y las sierras más significativas son las de la Luna, Ojen, Bujeo, Cabrito, Retín, Fates y la Plata. Los arroyos y ríos que parten de estos relieves tienen cursos rectilíneos y un alto poder erosivo, al salvar fuertes desniveles en distancias relativamente cortas.

El segundo tipo morfológico diferenciado aparece en los montes de La Muela y Veger y en la loma de San Bartolomé. Los dos primeros están constituidos por biocalcarenita y el último por las Areniscas del Aljibe.

La Muela responde a un relieve típico invertido, formado por un sinclinal que se halla coronado por un paquete litológico (biocalcarenitas) más resistente que los materiales del entorno. Como su nombre indica, se trata de un cerro de cima plana, aunque ligeramente deprimido en el centro a causa de su estructura. Los contornos del cerro aparecen muy bien delimitados por escarpes netos y verticalizados. A partir de la base de las biocalcarenitas las laderas se tienden progresivamente hasta enlazar con la zona baja de los valles.

Los otros dos cerros muestran un aspecto monolítico, uniforme y compacto, debido al buzamiento uniforme y monoclinial de las capas. La morfología del monte de Veger es de tipo "cuesta", con una ladera, la Oeste, mucho más pronunciadas y escarpadas que la Este, ésta última a favor del buzamiento. Por el contrario, la loma de San Bartolomé no llega a presentar una morfología de "cuesta", debido al bajo buzamiento de sus capas, y muestra más bien forma de mesa, basculada hacia el SE.

3.4.2. Tectónica

A excepción de los materiales que aparecen en La Muela y Veger, que son postectónicos, el resto pertenecen a las Unidades del Campo de Gibraltar.

Las Unidades del Campo de Gibraltar presentan una tectónica muy compleja, ya que en la actualidad aparecen como unidades tectónicas de gran extensión, desolidarizadas entre sí y a las que se les supone una importante aloctonía, teniendo en cuenta que no se conoce la raíz de las mismas.

En la presente Zona se han distinguido las siguientes series:

- Complejo Tectosedimentario
- Serie del Aljibe
- Serie de Algeciras-Bujeo
- Serie de Almarchal
- Serie del Tambor

Para algunos autores la serie de Almarchal forma parte de la de Algeciras, que en algunos puntos ha sido desolidarizada de la misma.

La fase inicial comienza con un acortamiento de dirección N-S a NNW-SSW, en la cual el surco turbidítico cretácico-oligoceno cabalgó sobre la plataforma subbética, produciéndose en ésta última plegamientos e imbricaciones. Esta fase inicial se ha puesto de manifiesto por repeticiones tectónicas dentro de la serie de Almarchal.

La fase principal origina una serie de cabalgamientos en las Areniscas del Aljibe a favor de las arcillas rojas, aunque en algunos casos también llegaron a involucrarse la serie calcárea y el techo de las calizas cretácicas.

Como ya se ha mencionado en la Zona 2, durante esta fase es cuando tuvo lugar la sedimentación de las arcillas con Tubotomaculum.

Las Areniscas del Aljibe se han separado conjuntamente con su serie de base, al menos en la Sierra de Ojen, donde existen afloramientos continuos entre ambos conjuntos.

También durante la fase tangencial principal, las arcillas con Tubotomaculum actúan como nivel de despegue y sufren una gran dislocación tectónica (Figura 3.51).

Con posterioridad a la imbricación de escamas tiene lugar una tectónica de desgarre, cuyo accidente más significativo se produjo paralelo al Estrecho. Este accidente provocó el giro en sentido horario de las extremos orientales de las escamas de las sierras de la Palma, Bujeo y los Calabozos. Oliver (1978) dató esta fractura en el Burdigaliense, y supuso para la misma un salto de 50 km.

Durante la fase de desgarre se produjo el deslizamiento gravitacional de las escamas más elevadas sobre las arcillas con Tubotomaculum, originándose las actuales sierras de La Plata, Retín, Enmedio, etc.

A continuación tuvo lugar una fase de retrocabalgamientos, cuya dirección de acortamiento es idéntica a la de la primera fase de imbricación, pero el sentido de vergencia es justamente el opuesto. Estas estructuras se observan en la Hoja de Tarifa en las Sierras de Salaviciosa y de Enmedio, cuyo borde oriental aparece invertido, retrocabalgando a las arcillas con Tubotomaculum y a la serie de Almarchal. También en esta fase pudieron originarse los pliegues de la Sierra de Fates y el arqueamiento de las estructuras de la Sierra de Salaviciosa, Fates y de Enmedio.



Figura 3.51. Cabalgamiento entre las arcillas del grupo (321a) y las areniscas del Aljibe. Sierra de Salaviciosa (Hoja:1077-1).

La fase principal de imbricación, así como la de retrocabalgamientos están relacionadas con el avance del bloque de Alborán hacia el WSW.

Seguidamente, acaece una fase compresiva con dirección NNW-SSE que solamente se ha identificado en las inmediaciones del Estrecho. Aparece relacionada con el emplazamiento del conjunto Bujo-Cabrero y la Unidad de Algeciras. Esta última Unidad parece haber sido poco afectada por la etapa de retrocabalgamientos y la mayoría de sus pliegues pertenecen a esta fase. Son pliegues en acordeón que algunos de ellos han evolucionado por aplastamiento y resbalamiento en relación con los niveles de despegue.

También el conjunto Bujo-Cabrero se observan pliegues en acordeón que afectan a series invertidas previamente durante la fase de retrocabalgamientos.

Esta misma fase parece ser la responsable de la verticalización de la Sierra de la Plata y de su serie de base en las inmediaciones del Puerto de Bolonia. Los pliegues e imbricaciones generados en las dos fases anteriores se invierte y vuelcan hacia el NW.

Por último actuó una tectónica distensiva durante el Mioceno Superior, generándose las diferentes cuencas subsidentes que aparecen en diversos lugares de las Béticas y del Rif. La apertura del Estrecho se produjo durante el Messiniense, a partir de la reactivación de alguna fracturas con dirección ENE. El Estrecho corresponde a un graven, que irrumpe el arco de Gibraltar, con una dirección perpendicular a él.

La Neotectónica viene marcada por una fase compresiva, que se mantiene en la actualidad desde su inicio en el límite Neógeno-Cuaternario.

Accidentes antiguos que bordean Las Sierras de la Plata y San Bartolomé puede que se mantengan activos durante el Cuaternario, favoreciendo la formación de los coluviones que aparecen al pie de las mismas.

Los materiales de La Muela y del monte de Vejer presentan dos pliegues fundamentales: el sinclinal de La Muela y el anticlinal de Vejer-Caños de Meca. Las direcciones de los ejes son N-S y NE-SW. Existen dos sistemas evolutivos para explicar estas deformaciones. Benkhelil (1976) propone la existencia de dos fases de deformación para la cobertera mio-pliocena. La primera de tipo distensivo, de edad miopliocena, y la segunda compresiva, de edad finipliocena. Por otro lado, Virguier (1974) señala que el plegamiento tuvo lugar durante el Mioceno final-Plioceno, simultáneamente al levantamiento de la Zonas Bética y Subbética.

En la Figura 3.52 se muestra un bloque diagrama y en la Figura 3.53 dos cortes geológicos esquemáticos, todos ellos representativos de la Zona 3.

3.4.3. Columna estratigráfica

Los diferentes grupos litológicos presentes en la Zona 3 son los señalados con un asterisco (*) en la Figura 3.54.

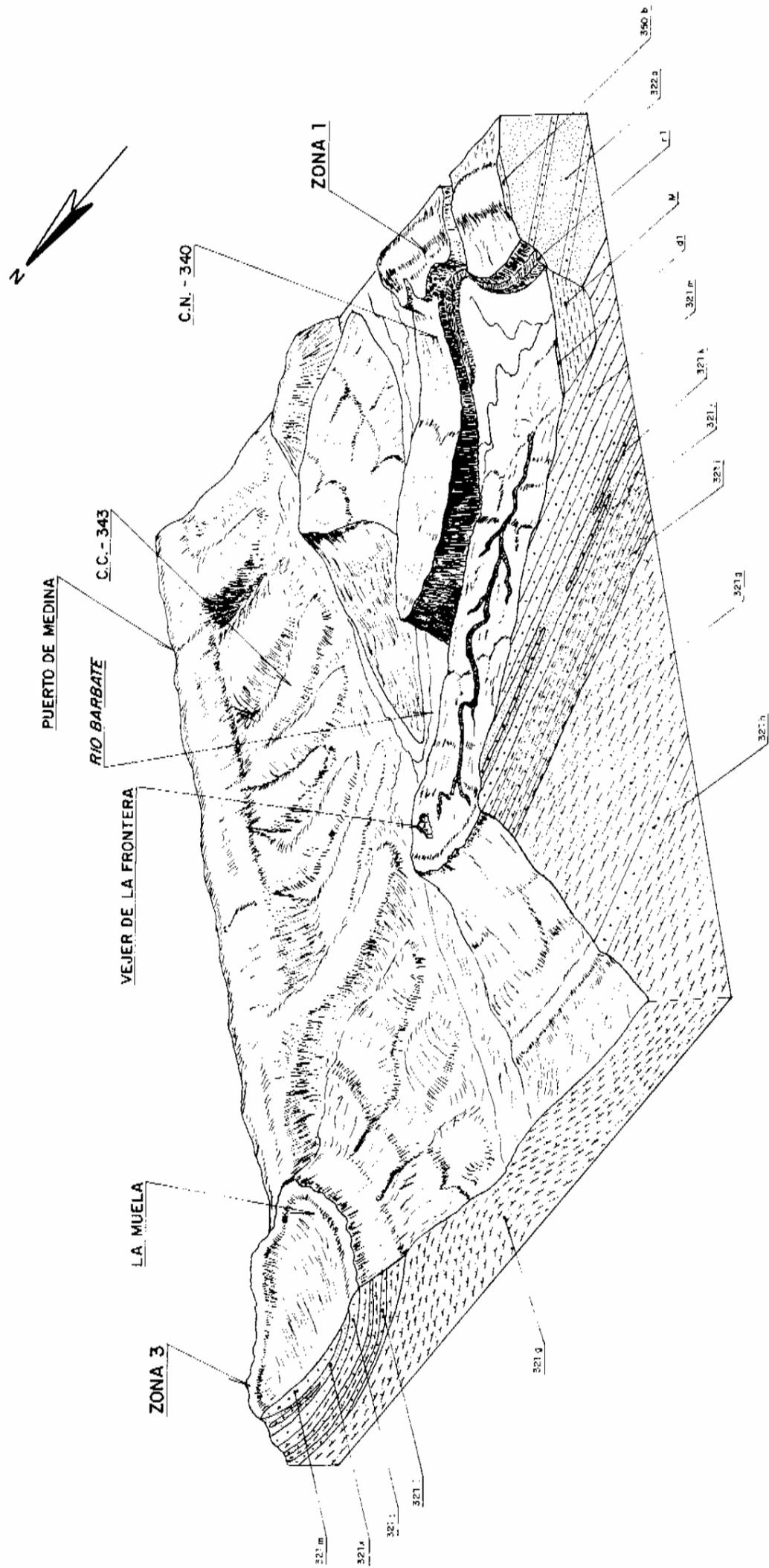
3.4.4. Grupos litológicos

ALUVIAL FINO, (A1)

Este grupo está descrito en la Zona 1, al ser más representativo de la misma.

ALUVIAL GRUESO, (a2)

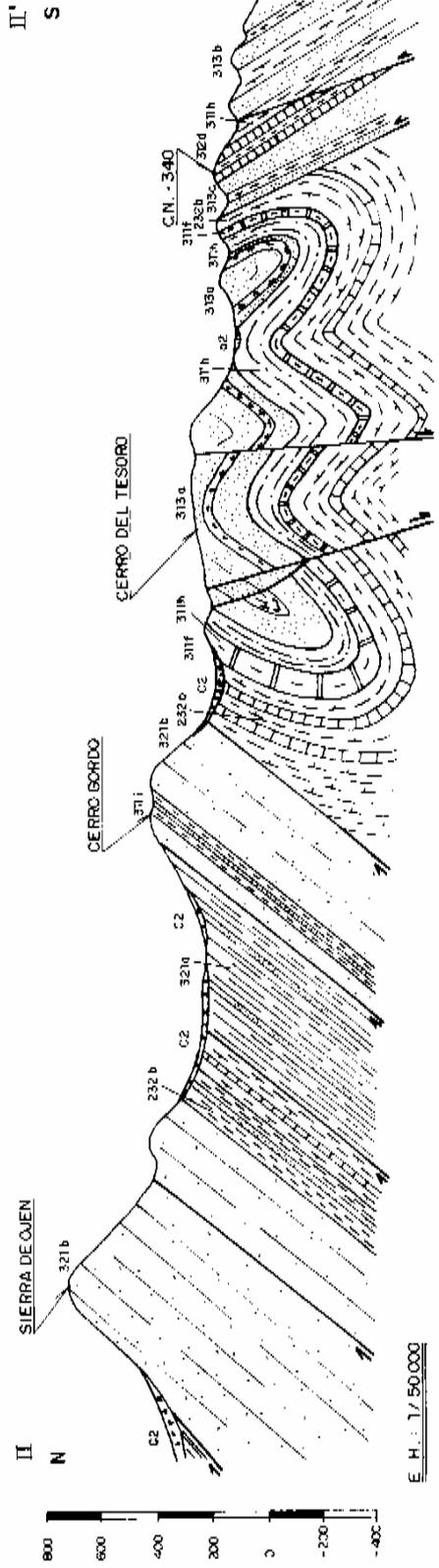
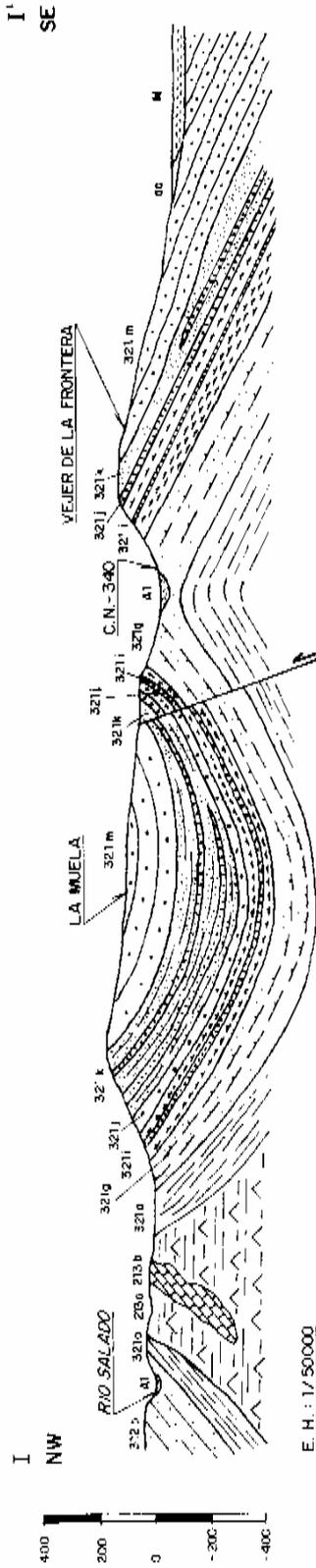
Este grupo esta descrito en la Zona 2, al ser más representativo de la misma.



LEYENDA

- d1 : CONO DE DEYECCION. LIMOS, ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS.
- M : MARISMA. LIMOS, ARCILLAS Y ARENAS, CON ABUNDANTE MATERIA ORGANICA.
- r1 : NIVEL MARINO. LIMOS Y ARCILLAS CON NIVELES ARENOSOS.
- 350 b : ARENAS Y GRAVILLAS CON MATRIZ ARCILLOSA.
- 322 a : ARENAS AMARILLAS CON INTERCALACIONES DE BIOCALCARENITAS.
- 321 m : BIOCALCARENITAS.
- 321 k : ALTERNANCIA IRREGULAR DE BIOCALCARENITAS Y ARENAS FOSILIFERAS.
- 321 j : BIOCALCARENITAS.
- 321 i : ALTERNANCIA IRREGULAR DE MARGAS Y BIOCALCARENITAS.
- 321 h : BIOCALCARENITAS.
- 321 j : MARGAS ARENOSAS AZULES.

FIGURA 3.52 BLOQUE-DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LAS ZONAS 1 y 3



- LEYENDA**
- A1 A. LUVIAL. LIMOS., ARCILLAS, ARENAS Y GRAVAS.
 - A2 A. LUVIAL. GRAVAS Y BOLSOS POLIGENICOS CON MATRIZ AREN. - LIMOSA.
 - OC A. LUVIAL. COLUVIA. ARENAS LIMOSAS CON CANTOS DISPERSOS.
 - C2 MASAS DESLIZADAS. BLOQUES Y CANTOS CON MATRIZ ARCILLOSA.
 - M MARISSMA. LIMOS., ARCILLAS Y ARENAS CON ABUNDANTE MATERIA ORGANICA.
 - 321a B. CALCARRENTAS.
 - 321b ALTERNANCIA IRREGULAR DE BICALCARRENTAS Y ARENAS POSILIFERAS.
 - 321c BICALCARRENTAS.
 - 321d ALTERNANCIA IRREGULAR DE MARGAS Y BICALCARRENTAS.
 - 321e MARGAS ARENOSAS AZULES.
 - 321f ARENISCAS DEL ALUIBE CON INTERCALACIONES ARCILLOSAS.
 - 321g ARCILLAS, YESOS Y ARENISCAS.
 - 321h ARCILLAS Y ARENISCAS.
 - 321i CALIZAS CON INTERCALACIONES ARCILLOSAS.
 - 321j ALTERNANCIA IRREGULAR DE MARGAS Y ARENISCAS MICACEAS.
 - 321k ALTERNANCIA IRREGULAR DE ARENISCAS MICACEAS, SILICEAS Y MARGAS.
 - 321l ALTERNANCIA TIPO FLYSCH DE CALIZAS Y ARCILLAS.
 - 321m ARCILLAS RUIAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS CALCAREAS FERRUGINOSAS.
 - 321n ARCILLAS Y ARENISCAS.
 - 321o CALIZAS CON INTERCALACIONES ARCILLOSAS.
 - 321p ARCILLAS MARGOSAS Y CALIZAS DE ALMARCHAL.
 - 321q DOLOMIAS.
 - 321r ARCILLAS, YESOS Y ARENISCAS.

FIGURA 3.53

CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS DE LA ZONA 3

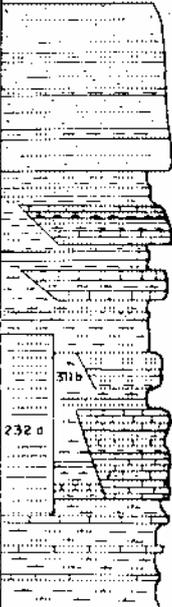
CUATERNARIO Y PLIO-CUATERNARIO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	* Aluvial. Limos, arcillas, arenas y gravas.	CUATERNARIO	A1	GT1
	* Aluvial. Gravas y bolos poligenicos con matriz areno-limosa.	CUATERNARIO	a2	GT1
	Eluvial. Arenas con cantos dispersos.	CUATERNARIO	v	GT6
	Aluvio-Coluvial. Arenas limosas con cantos dispersos.	CUATERNARIO	ac	GT6
	* Coluvion. Limos, arenas, arcillas, cantos y bloques.	CUATERNARIO	c1	GT7
	* Masas Deslizadas. Bloques y cantos con matriz arcillosa.	CUATERNARIO	C2	GT7
	Cono de Deyeccion. Limos, arenas, arcillas y cantos.	CUATERNARIO	d1	GT6
	* Cono de Deyeccion. Cantos y bloques con matriz arcillo-limosa.	CUATERNARIO	D2	GT7
	Abanico Aluvial. Arenas arcillosas con cantos dispersos.	CUATERNARIO	AA	GT6
	Lacustre. Arcillas grises.	CUATERNARIO	L	GT8
	Terrazo Fluvial. Gravas poligenicas con matriz areno-limosa.	CUATERNARIO	ta	GT2
	Marisma. Limos, arcillas y arenas con abundante materia organica.	CUATERNARIO	M	GT3
	Nivel Marino. Limos y arcillas con niveles arenosos.	CUATERNARIO	r1	GT3
	Cordon Litoral. Arenas, gravas y conchas, parcialmente cementadas.	CUATERNARIO	r2	GT4
	Depositos Litorales. Arenas finas.	CUATERNARIO	R3	GT9
	Palustre. Arcillas, limos y arenas.	CUATERNARIO	P	GT8
	Monto Folico. Arenas finas.	CUATERNARIO	e	GT9
	Dunas. Arenas finas mal clasificadas.	CUATERNARIO	DE	GT9
	Dunas Cementadas. Arenas finas cementadas, mal clasificadas.	CUATERNARIO	DEC	GT9
	Playa. Arenas finas con algunas gravas dispersas.	CUATERNARIO	RE	GT9
	Terraza Marina. Conglomerado de gravas calcareas y restos de conchas.	CUATERNARIO	TR1	GT4
	Terraza Marina. Arenas arcillosas con algunas gravas dispersas.	CUATERNARIO	TR2	GT5
	* Gravas y bolos poligenicos con matriz arcillosa.	PLIO-CUATERNARIO	350a	GT2
	Arenas y gravillas con matriz arcillosa.	PLIO-CUATERNARIO	350b	GT5

FIG. 3. 54.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 3

MATERIALES POSTOROGENICOS				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Arenas verdes con fosiles	PLIOCENO	322 d	GT 10
	Arenas finas con intercalaciones de arcillas y areniscas	PLIOCENO	322 c	GT 10
	Calizas blanquecinas pulverulentas	PLIOCENO	322 b	GT 19
	Arenas amarillas con intercalaciones de biocalcarenitas.	PLIOCENO	322 a	GT 11
	* Biocalcarenitas.	MIOCENO SUPERIOR	321 m	GT 12
	Calizas arenosas.	MIOCENO SUPERIOR	321 l	GT 17
	* Alternancia irregular de biocalcarenitas y arenas fosilíferas.	MIOCENO SUPERIOR	321 k	GT 11
	* Biocalcarenitas.	MIOCENO SUPERIOR	321 j	GT 12
	* Alternancia irregular de margas y biocalcarenitas	MIOCENO SUPERIOR	321 i	GT 14
	* Biocalcarenitas.	MIOCENO SUPERIOR	321 h	GT 12
	* Margas arenosas azules	MIOCENO SUPERIOR	321 g	GT 18
	Arenas finas amarillentas.	MIOCENO SUPERIOR	321 f	GT 10
	Margas silíceas blanquecinas.	MIOCENO MEDIO-INFERIOR	321 e	GT 18

COMPLEJO TECTOSEDIMENTARIO MIOCENO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Areniscas calcareas con intercalaciones arcillosas.	MIOCENO INFERIOR	321 d	GT 13
	* Alternancia de calizas granudas, calizas bioclasticas y margas	MIOCENO INFERIOR	321 c	GT 17
	Areniscas del Aljibe con intercalaciones arcillosas.	MIOCENO INFERIOR	321 b	GT 15
	Areniscas y arcillas	OLIGOCENO	313 d	GT 13
	Alternancia de calizas y margas arenosas.	EOCENO	312 e	GT 13
	Alternancia de calizas arenosas y margas.	EOCENO	312 a	GT 13
	Arcillas margosas y calizas de Almarchal.	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14
	Arcillas con intercalaciones de areniscas.	CRETACICO INFERIOR	231 d	GT 14
	* Calizas.	JURASICO SUPERIOR	223	GT 17
	* Arcillas con Tubotamaulum y areniscas.	MIOCENO INFERIOR	321 a	GT 14

FIG. 3.54. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 3 (CONTINUACION)

SERIE DEL ALJIBE				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	* Areniscas del Aljibe con intercalaciones arcillosas	MIOCENO INFERIOR	321 b	GT 15
	* Alternancia de margas, areniscas y calizas.	OLIGOCENO	313 c	GT 13
	* Alternancia de calizas y margas arenosas.	EOCENO	312 e	GT 13
	* Arcillas rojas con intercalaciones de areniscas calcareas ferruginosas.	PALEOCENO	311 i	GT 14
	Arcillas margosas con intercalaciones de areniscas	PALEOCENO	311 e	GT 14
	* Calizas arenosas y arcillas.	PALEOCENO	311 d	GT 13
	* Calizas arenosas	PALEOCENO	311 c	GT 17
	Margas con intercalaciones de areniscas y calizas.	PALEOCENO	311 b	GT 14
	Arcillas rojas	CRETACICO SUPERIOR	232 d	GT 18
	* Arcillas margosas y calizas de Almarchal.	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14

SERIE DE ALGECIRAS - BUJEO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	* Alternancia irregular de margas y areniscas micaceas	OLIGOCENO	313 b	GT 16
	* Alternancia irregular de areniscas micaceas siliceas y margas.	OLIGOCENO	313 a	GT 16
	* Arcillas, limolitas, calizas y areniscas.	EOCENO	312 f	GT 14
	* Alternancia tipo flysch de calizas y arcillas.	EOCENO	312 d	GT 13
	* Arcillas y areniscas.	PALEOCENO	311 h	GT 14
	Arcillas argilificas y margas.	PALEOCENO	311 g	GT 18
	* Calizas con intercalaciones arcillosas.	PALEOCENO	311 f	GT 13
	* Arcillas margosas y calizas de Almarchal.	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14

FIG. 3.54.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 3 (CONTINUACION)

SERIE DE ALMARCHAL				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Alternancia tipo flysch de margas y calizas	EOCENO	312 c	GT 14
	* Arcillas margosas y calizas de Almarchal	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14

SERIE DEL TAMBOR				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	* Areniscas con intercalaciones esporadicas de arcillas.	CRETACICO INFERIOR	231 b	GT 16
	* Arcillas con intercalaciones de areniscas.	CRETACICO INFERIOR	231 a	GT 14

SUBBETICO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Alternancia de margas y calizas.	EOCENO	312 b	GT 14
	Alternancia irregular de calizas y margas.	PALEOCENO	311 a	GT 13
	Margas blanquecinas con intercalaciones de calizas	CRETACICO SUPERIOR	232 a	GT 19
	Alternancia irregular de margocalizas y margas blanquecinas.	CRETACICO INFERIOR	231 c	GT 19
	Calizas, dolomias y margas	JURASICO INFERIOR	221	GT 17
	Ofitas.	TRIASICO SUPERIOR	213 c	GT 20
	Dolomias.	TRIASICO SUPERIOR	213 b	GT 17
	Arcillas, yesos y areniscas.	TRIASICO SUPERIOR	213 a	GT 21

FIG. 3.54.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 3 (CONTINUACION)

COLUVION, (c1)

- Litología

Grupo constituido por limos, arenas y arcillas, con cantos y bloques angulosos dispersos, de naturaleza poligénica. La proporción de cantos y bloques con respecto a la matriz es muy variable. Su potencia es inferior a los 3.0 m.

- Estructura

Depósitos masivos y caóticos, que se adaptan a la superficie topográfica sobre la que se depositan (Figura 3.55).



Figura 3.55. Aspecto de los materiales del grupo (c1), al pie de la ladera sur de la Sierra de la Plata. En este caso la fracción gruesa es bastante abundante. (Hoja:1077-4).

- Geotecnia

La permeabilidad es media y la escorrentía superficial varía de media a alta, en función de la topografía. Son materiales poco compactos, ripables y erosionables. La capacidad de carga es baja-media y pueden originar asentamientos diferenciales importantes.

Los taludes de excavación en estos materiales es recomendable que no superen los 35° de pendiente. En el caso de que el coluvión quede colgado en el talud, la pendiente en estos materiales tendría que ser más tendida que la del resto del desmonte.

MASAS DESLIZADAS, (C2)

- Litología

Este grupo está constituido por bloques y cantos de areniscas silíceas mayoritariamente, trabados por una matriz arcillosa de tonos claros.

La potencia de este grupo es superior a los 5.0 m.

- Estructura

Son materiales deslizados por procesos de soliflucción, cuyo movimiento tiene lugar cuando se saturan en agua y por gravedad se acumulan al pie de las sierras de areniscas. Presentan dos tipos de morfología: la primera de ellas es la típica de estos materiales, es decir, acumulaciones caóticas a modo de orlas rodeando los relieves montañosos. La segunda morfología corresponde a una especie de plataforma más o menos horizontal, dispuesta en la zona de inicio de la masa deslizada, y que debe de corresponder a antiguos niveles de base de los valles. En la primera morfología los sedimentos no presentan estructura interna alguna, sin embargo, en la segunda aparecen con una cierta estratificación, englobando grandes bloques pétreos (Figura 3.56).



Figura 3.56. Detalle, en corte, de los materiales del grupo (C2), en un desmonte de la carretera N-340, situado hacia el P.K.94,500. En la Figura puede apreciarse la estratificación gruesa que este grupo presenta en algunas zonas.

- Geotecnia

La característica fundamental de estos materiales corresponde a la posibilidad de que se produzcan deslizamientos cuando se ejecuten acciones sobre ellos, tanto de excavación de desmontes como de apoyo de grandes terraplenes, al variar la pendiente de equilibrio límite que ahora tienen. También es conveniente taquear grandes bloques inestables que aparecen a lo largo de las laderas.

La capacidad de carga es baja y los asentos previsible elevados, tanto por la composición de la matriz como por el posible reordenamiento interno de los bloques. La permeabilidad es baja y activa la escorrentía superficial. Son materiales ripables por métodos convencionales.

En la zona donde presentan morfología de plataforma, se han observado taludes artificiales estables, de altura media y con inclinaciones de 30° a 35°.

Los ensayos de identificación y clasificación realizados en estos materiales aportan los siguientes resultados:

- Clasificación USCS= CS-MH
- Clasificación H.R.B.= A-2-4 (0) y A-7-5 (22)
- Límite líquido (LL)= 21.9 - 50.3
- Límite plástico (LP)= 13.8 - 30.8
- Índice de plasticidad (IP)= 8.1 - 19.5
- P.N. (Densidad/Humedad)= 1.10/12.2 - 1.47/26.4

CONO DE DEYECCION GRUESO, (D2)

- Litología

Cantos y bloques de areniscas englobados en una matriz arcillo-limosa de tonos claro.

- Estructura

El mecanismo principal de depósito de estos materiales es por procesos de fluencia de coladas de barro que engloban grandes bloques. Su estructura es masiva y caótica, originadas por la superposición de lóbulos y coladas de barro sucesivas (Figura 3.57).

- Geotecnia

Son materiales poco permeables y con un drenaje superficial medio, fundamentalmente por escorrentía más que por percolación. La capacidad portante es baja y los asentamientos que pueden originarse son altos, debido a la poca compacidad de sus elementos. Se excavan mecánicamente y son erosionables.

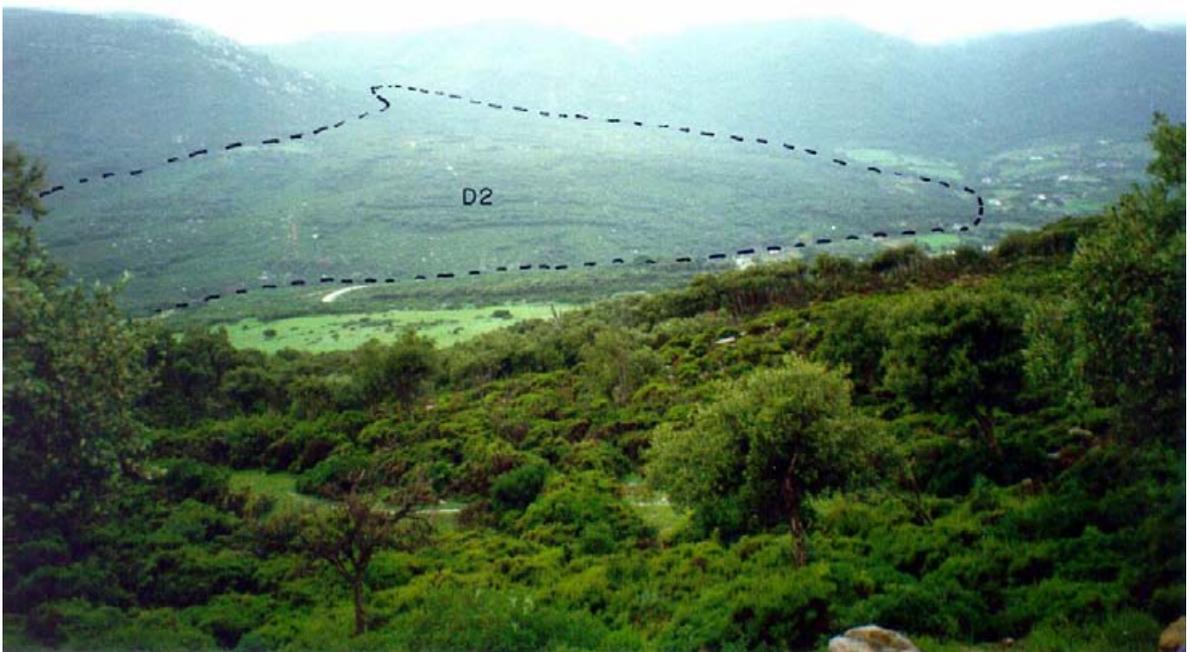


Figura 3.57. Panorámica de un cono de deyección situado entre las Sierras de Salviciosa y de Enmedio (Hoja:1077-1).

No se han observado taludes de interés, pero los taludes de excavación no deberían superar pendientes mayores de 30°-35°.

RAÑA, (350a)

BIOCALACARENITAS, (321m)

Estos dos grupos se han descrito en la Zona 1, al ser más representativos de la misma.

ALTERNANCIA IRREGULAR DE BIOCALCARENITAS Y ARENAS FOSILÍFERAS (321k) Y BIOCALCARENITAS (321j)

- Litología

Esta formación está compuesta por una alternancia irregular de biocalcarenitas amarillentas y arenas grisáceas, constituidas por granos calcáreos y fragmentos de conchas. Hacia la base aparece, aunque no de forma continua, un banco de biocalcarenitas amarillentas, cuya potencia es del orden de 20 m aproximadamente (Figura 3.58).



Figura 3.58. Desprendimiento en un talud excavado en los materiales del grupo (321i). Camino asfaltado que sube a la Muela, por su lado Este.

- Estructura

El conjunto aparece plegado según series monoclinales de buzamientos suaves, o bien en estructuras sinclinales cerradas, debido a la existencia de terminaciones periclinales en ambos sentidos de su eje. Este último caso se parecía claramente en el sinclinal colgado de La Muela.

- Geotecnia

Grupo ripable y muy permeable debido a su alta porosidad. El drenaje superficial es bueno por percolación. La capacidad portante es media en líneas generales, pero puede disminuir considerablemente en los niveles no cementados (arenas). Los asentamientos diferenciales se estiman bajos, aunque para tensiones elevadas pueden ser significativos por reordenamiento y rotura de los fragmentos fosilíferos.

Son materiales aptos para utilizarlos de préstamo en obras de carreteras, aunque de difícil acceso.

Los taludes artificiales de alturas medias son inestables, por desmoronamientos de los niveles arenosos, con inclinaciones de 65°.

ALTERNANCIA DE MARGAS Y BIOCALCARENITAS, (321i)

- Litología

Alternancia irregular de margas amarillentas y calcarenitas bioclásticas. Las margas presentan una estratificación masiva y se disponen en bancos de 3 a 4 m de espesor. Las biocalcarenitas tienen estratificación cruzada y aparecen en niveles de 0.2 m a 1.0 m de espesor aproximadamente (Figura 3.59).

- Estructura

Este grupo aparece suavemente plegado en una estructura de sinclinal en La Muela y en un anticlinal en el monte de Vejer.

- Geotecnia

Son materiales excavables por medios mecánicos y con una escorrentía superficial muy activa, debido a las fuertes pendientes topográficas que presenta. La capacidad de carga es de tipo medio y los asentamientos esperados, en las margas, también medios.

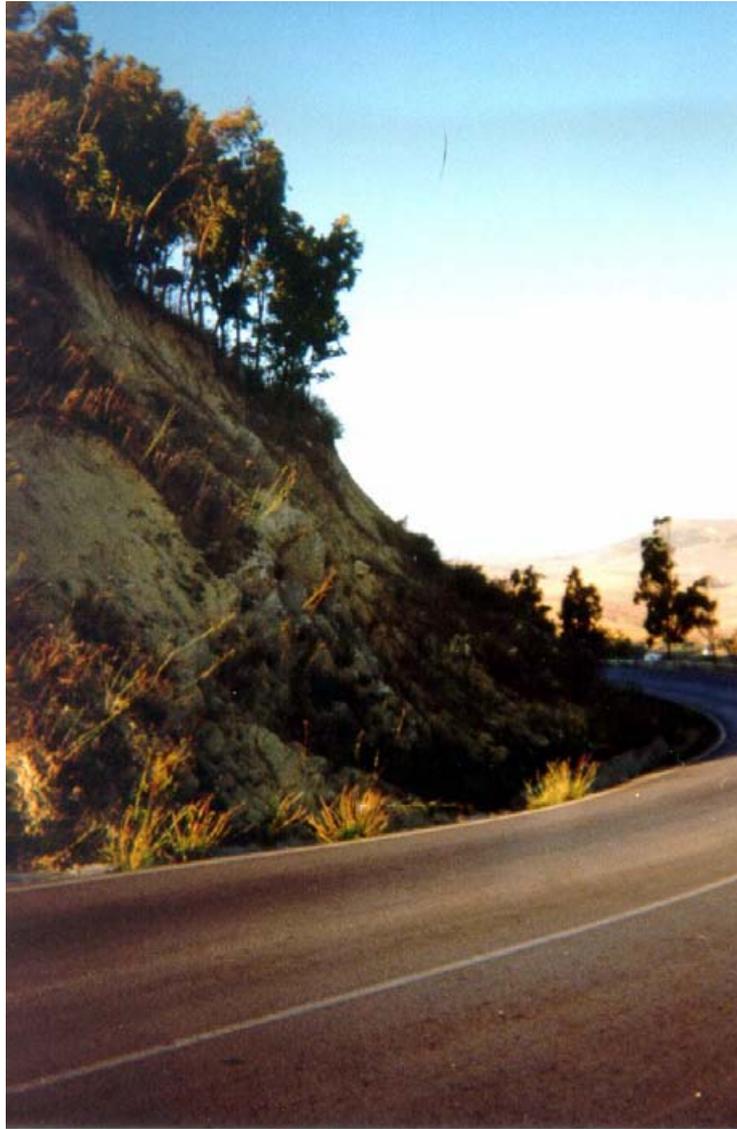


Figura 3.59. Desmonte en los materiales del grupo (321j), en la carretera que asciende a Veger de la Frontera desde la N-340. En este talud se producen desprendimientos por descalce de los niveles competentes.

Se han observado taludes de excavación de alturas medias, inestables por desprendimientos de los niveles competentes de biocalcarenitas por erosión diferencial, y con inclinaciones comprendidas entre 45° y 55° . En los casos observados la estratificación buza en sentido contrario a la del talud.

MARGAS ARENOSAS AZULES (321g) CON INTERCALACIONES ESPORADICAS DE BIOCALCARENITAS, (321h).

Este grupo ha sido descrito en la Zona 1.

CALIZAS GRANUDAS, CALIZAS BIOCLASTICAS Y MAGAS, (321c).

Este grupo ha sido descrito en la Zona 2

ARENISCAS DEL ALJIBE CON INTERCALACIONES ARCILLOSAS, (321b)

- Litología

Grupo compuesto por areniscas silíceas, de tonos amarillentos y blanquecinos, dispuestas en bancos cuya potencia oscila de orden centimétrico a métrico, y con intercalaciones irregulares de arcillas, que contienen proporciones elevadas de caolinita (Figura 3.60).

El contenido en cuarzo se estima de un 90 %, los granos son de tamaño grueso, puntualmente conglomeráticos, de formas redondeadas, sin apenas matriz y cementadas muy desigualmente por un cemento silíceo.

- Estructura

Esta formación constituye el techo del manto del Aljibe, perteneciente, desde el punto de vista estructural, al manto más alto del Complejo del Campo de Gibraltar. Las areniscas del Aljibe también aparecen en forma de grandes bloques dentro de las arcillas del Complejo Tectosedimentario.

Las areniscas se presentan estructuradas en una sucesión de escamas apiladas, intensamente plegadas, con capas que llegan a la inversión, y afectadas por un gran número de cabalgamientos y fallas. El tipo de plegamiento que muestran induce a pensar que han tenido un comportamiento relativamente "dúctil".



Figura 3.60. Intercalaciones arcillosas entre las areniscas del Aljibe. Talud en las inmediaciones de Zahara, en la carretera hacia Barbate.

- Geotecnia

Estos materiales son los que dan lugar y alimentan a las masas deslizadas del grupo (C2), debido a la conjugación de cuatro factores fundamentales: tectónica activa, relieve montañoso, litología y clima templado-húmedo.

Son materiales desigualmente cementados, factor que unido a los cambios de espesor de los estratos confiere al conjunto una excavabilidad muy heterogénea, variando desde ripable a no ripable. En los taludes actuales no se han observado signos de voladura para su excavación. El drenaje superficial es bueno, tanto por escorrentía, debida al alto gradiente topográfico, como por percolación. En zonas poco cementadas son altamente erosionables (Figura 3.61).

La capacidad portante es elevada y los asentos bajos, aunque estos valores varían desfavorablemente en los tramos poco cementados y en los que abundan los niveles arcillosos.

La estabilidad de los taludes artificiales dependerá del buzamiento y orientación de los estratos y diaclasas con respeto a la de los desmontes.

Se han observado taludes de excavación de alturas medias, inestables por caída de cuñas y bloques, y con inclinaciones de 60° a 70°, y taludes de alturas medias, aunque con signos acentuados de erosión, y con inclinaciones de 30° a 35°.

Los resultados de los ensayos son:

- Clasificación USCS= GM
- Clasificación H.R.B.= A-2-4(0)
- Límite líquido (LL)= -
- Límite plástico (LP)= -
- Índice de plasticidad (IP)= N.P.(No plástico)
- P.N.(Densidad/Humedad)= 1.91/9.4

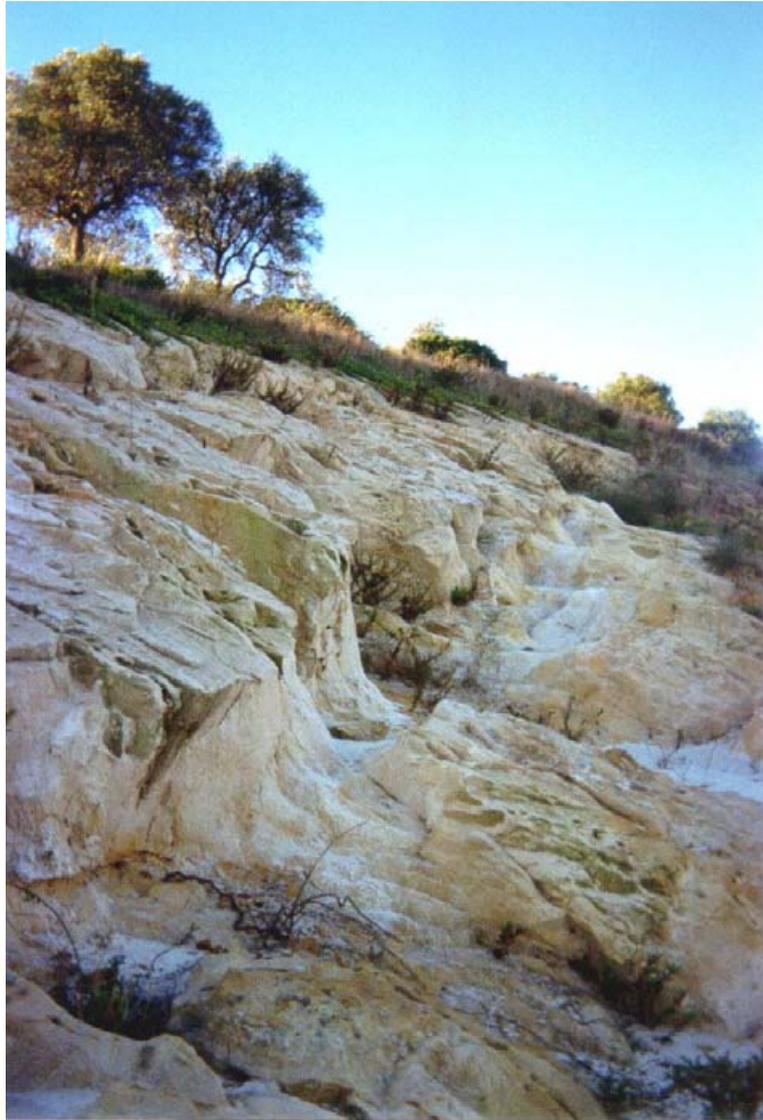


Figura 3.61. Erosión en los bancos de areniscas del Aljibe, en un talud situado en el P.K. 49,000, de la carretera N-340. Las oquedades y hendiduras se suelen rellenar con bloques de biocalcarenitas.

ARCILLAS CON TUBOTOMACULUM Y ARENISCAS, (321a)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 2, al ser más representativo de la misma.

MARGAS, ARENISCAS Y CALIZAS, (313c)

- Litología

Grupo constituido por una alternancia irregular de margas ocre, areniscas micáceas de tonos marrones y calizas microcristalinas grisáceas, laminadas internamente y estratificadas en bancos de 0.2 m a 0.4 m de espesor (Figura 3.62).



Figura 3.62. Pequeño afloramiento de los niveles calcáreos del grupo (311c), localizado al sur del cerro Benitez.(Hoja:1077-4)

- Estructura

El conjunto presenta una estructura muy compleja, debido a que se halla afectado por un intenso plegamiento y un sistema importante de fracturas. Las capas, que en algunos puntos aparecen invertidas, presentan buzamientos superiores a los 30°.

- Geotecnia

El drenaje superficial es activo y la mayor parte del mismo se realiza por escorrentía superficial, y, en menor medida, por infiltración. La capacidad portante es elevada y los asentamientos previsible pequeños. No es necesario el uso de explosivos para su excavación.

No se han observado taludes de excavación significativos. La estabilidad de los mismos dependerá fundamentalmente de la orientación de los desmontes con respecto a la de los estratos, así como de la magnitud del buzamiento y sentido de buzamiento de los mismos.

MARGAS Y ARENISCAS MICACEAS, (313b)

- Litología

Alternancia irregular de margas grises nodulosas, con intercalaciones de areniscas micáceas cementadas por carbonatos. Las areniscas se disponen muy irregularmente, desde niveles aislados de 0.5 m de espesor hasta bancos de 30 m de potencia (Figura 3.63).

- Estructura

Presentan un plegamiento homogéneo según una dirección estructural NE-SW y buzamientos del orden de 45° hacia el SE.

- Geotecnia

Los materiales de este grupo presentan una gran disparidad en cuanto a su ripabilidad. Los tramos alternantes de margas y areniscas finas sí son ripables, mientras que los bancos potentes de areniscas presentan una ripabilidad marginal o es preciso el uso de explosivos para su excavación. El drenaje superficial se realiza en su mayoría por la buena escorrentía superficial que muestran, y en los tramos areniscos también por infiltración. La disposición de los materiales da lugar a la formación de un acuífero multicapa, donde los tramos más o menos permeables de areniscas se hallan divididos por los niveles margosos poco permeables. La capacidad de carga varía de media en los tramos margosos a alta en los de areniscas, y los asentamientos previsible varían de bajos y medios a nulos respectivamente.



Figura 3.63. Paisaje típico que origina los materiales del grupo (313b). Vista desde el P.K. 91,000 hacia el Sur. Al fondo, las costas de Marruecos.

Los taludes de excavación se recomienda que las pendientes no superen los 45° , aunque cabe la posibilidad de que se originen desplomes de bloques de areniscas por erosión diferencial de las margas.

ARENISCAS MICACEAS, ARENISCAS SILICEAS Y MARGAS, (313a)

- Litología

Alternancia irregular de areniscas micáceas con cemento calcáreo, areniscas silíceas similares a las del Aljibe y margas grises nodulosas. Las areniscas micáceas se disponen en niveles que oscilan desde 0.2 m a 20 m de espesor, y las silíceas desde bancos métricos aislados hasta secuencias decamétricas. La distribución espacial de los niveles es muy irregular, de modo que hay zonas en que predominan las areniscas y otras donde predominan las margas.

- Estructura

El conjunto aparece en el núcleo de la estructura cerrada que limitan los grupos (311e) y (312d). La deformación que muestran es similar a la de aquellos grupos, es decir, una sucesión de sinclinales y anticlinales apretados, afectados por numerosas fallas.

- Geotecnia

La morfología abrupta de este grupo facilita el drenaje a través de una escorrentía superficial activa (Figura 3.64).

El drenaje por percolación puede ser importante en las areniscas, tanto por la porosidad como por la fracturación de las mismas. La capacidad de carga es muy variable, desde media en las margas a alta en los dos tipos de areniscas. Asimismo los asentamientos previsibles en las margas oscilan desde medios hasta altos, éstos últimos en niveles superficiales alterados, y nulos en las areniscas. La ripabilidad se estima marginal y no ripable en los tramos de areniscas, y fácilmente ripable en las margas.



Figura 3.64. Panorámica de grupo (313a) en el cerro del Tesoro, visto hacia el Norte desde el P.K. 89 de la N-340.

Los taludes de excavación no presentan un comportamiento homogéneo. Se han observado taludes de alturas medias estables, con dos bermas intermedias (de unos 2.0 m de anchura cada una) y pendientes, entre bermas, de 35° (Figura 3.65). La estabilidad de los desmontes dependerá de la orientación del corte con respecto a la de los estratos.

ARCILLAS, LIMOLITAS, CALIZAS Y ARENISCAS, (312f)

- Litología

Grupo compuesto por una alternancia irregular de arcillas rojas, limolitas verdosas, calizas grisáceas y areniscas, dispuestas en niveles centimétricos (Figura 3.66).



Figura 3.65. Desmonte excavado en los materiales del grupo (313a), con dos bermas intermedias, situado en la variante de Tarifa de la N-340.

- Estructura

Conjunto tectónicamente complejo, afectado por numerosas fallas y cabalgamientos.

Geotecnia

Es un grupo escasamente permeable y con un drenaje superficial aceptable por escorrentía, aunque puntualmente puede ser malo debido a la presencia de zonas de topografía poco pronunciada. La capacidad portante y los asentamientos se consideran de tipo medio. El conjunto es ripable.

Se han observado taludes de alturas medias, inestables y con pendientes de 70°.



Figura 3.66. Desprendimientos en un talud gunitado, excavado en los materiales del grupo (312f). Carretera local que bordea la costa de Algeciras a Punta Carnero (Hoja:1078-4).

CALIZAS Y MARGAS ARENOSAS, (312e)

- Litología

Conjunto constituido por una alternancia irregular de calizas bioclásticas y margas arenosas, estratificado en niveles de 0.1 a 0.5 m de espesor.

- Estructura

En el Complejo Tectosedimentario aparecen en afloramientos aislados de formas alargadas y con buzamientos no superiores a los 60° generalmente. Por el contrario, en la Serie del Aljibe muestran un plegamiento intenso (estructura sinclinal en la Sierra de la Higuera. Hoja n 1077-4) y afectado por un gran número de fracturas (Figura 3.67).



Figura 3.67. Pequeño afloramiento de los materiales del grupo (312e), en la Sierra de la Higuera. (Hoja:1077-4)

- Geotecnia

Este grupo se excava por medios mecánicos normales y tiene una capacidad de carga media y unos asientos bajos. La permeabilidad es media y el drenaje superficial es bueno por escorrentía.

Los taludes excavados en estos materiales admitirán pendientes pronunciadas, excepto en el caso que el desmonte discorra paralelo a la dirección de las capas y éstas bucen en el mismo sentido que el talud. La incidencia de este grupo en el trazado de futuras vías de comunicación es escasa.

ALTERNANCIA DE CALIZAS Y ARCILLAS, (312d)

- Litología

Este grupo corresponde al llamado Flysch calcáreo de la Unidad de Algeciras y está formado por una alternancia centimétrica de calizas microcristalinas, de color gris claro, y arcillas rojas (Figura 3.68).

- Estructura

La estructura de este grupo es muy compleja debido a que se halla afectado por numerosos pliegues, fallas y cabalgamientos. Los valores de los buzamientos, normales e invertidos, suelen estar comprendidos entre los 30° y los 60°.

- Geotecnia

Son excavables fácilmente y tanto la capacidad de carga como los asentamientos se consideran de tipo medio. La permabilidad es baja debido a que los niveles arcillosos impiden el paso fluido del agua. La escorrentía superficial es buena a causa de la topografía favorable que presentan.

Aunque la estabilidad de los taludes depende de la estructura de los materiales, se han observado taludes de alturas medias, estables y con inclinaciones de 45°. En tramos donde las capas tengan buzamientos muy pronunciados pueden producirse procesos de toppling y de pandeo.



Figura 3.68. Detalle de la estratificación de los materiales del grupo (312d), en una cantera abandonada situada en el P.K.86,000, de la carretera N-340.

En este grupo existen numerosas canteras, actualmente abandonadas, para la utilización de los niveles de caliza como roca ornamental.

ARCILLAS ROJAS Y ARENISCAS, (311i)

- Litología

Conjunto constituido por arcillas de tonos rojizos con intercalaciones esporádicas de areniscas. Las arcillas son masivas, aunque en algunas zonas la compactación ha producido una seudoestratificación en niveles centimétricos o una disyunción concoidal. Las areniscas son de composición calcárea, de grano fino, de color rojo ferruginoso y estratificadas en bancos no superiores a 1.0 m de espesor.

- Estructura

Normalmente se sitúan en la base de la mayoría de las sierras montañosas, aunque son poco visibles debido al carácter arcilloso de la formación y a los coluviones que las recubren. La estructura del grupo puede llegar a ser muy compleja, debido a que constituyen el nivel de despegue más frecuente de los cabalgamientos (Figura 3.69).

- Geotecnia

Debido a su composición mayoritariamente arcillosa la permeabilidad es muy baja. La escorrentía superficial varía de alta a media, en función de la posición topográfica que ocupe. La excavabilidad es fácil, y la capacidad de soporte se estima baja globalmente y los asentamientos previsibles altos.

Los taludes excavados en estos materiales pueden producirse deslizamientos para inclinaciones superiores a los 30° o 35°. Asimismo, si la concentración de niveles de areniscas son importantes, es de esperar la aparición de desplomes de los niveles competentes, por erosión diferencial de las arcillas.

Los resultados de los ensayos realizados en estos materiales son los siguientes:

- Clasificación USCS: CL
- Clasificación H.R.B.= A-7-5(23)
- Límite líquido (LL)=43.7
- Límite plástico (LP)= 20.9
- Índice de plasticidad (IP)= 22.8
- P.N.(Densidad/Humedad)= 1.58/18.7



Figura 3.69. Detalle de los niveles de areniscas del grupo (311i), en un pequeño afloramiento localizado al pie de cerro La Goma (Hoja:1074-3).

ARCILLAS Y ARENISCAS, (311h)

- Litología

Este grupo está formado por arcillas margosas de colores grises oscuros y verdosos, con intercalaciones de areniscas calcáreas. El conjunto presenta un aspecto de tipo flysch, dispuesto en capas centimétricas (Figura 3.70).



Figura 3.70. Talud, con una berma intermedia, excavado en los materiales del grupo (311h), en la variante de Tarifa de la carretera N-340. Obsérvese el aspecto tipo flysch que presentan en este afloramiento.

- Estructura

Esta formación presenta dos tipos de plegamientos: uno complejo, plegado en una serie de anticlinales y sinclinales de dirección E-W, y otro uniforme de orientación NE-SW y buzamientos comprendidos entre 30° y 60° hacia el SE.

- Geotecnia

Son materiales fácilmente excavables y con buena escorrentía superficial favorecida por las pendientes topográficas pronunciadas que presentan. La capacidad de carga es baja y los asientos previsibles medios-altos.

Se han observado taludes de alturas medias, estables, con una berma intermedia y pendientes de 35°.

CALIZAS CON INTERCALACIONES ARCILLOSAS, (311f)

- Litología

Se trata de una banda de calizas arenosas, de tonos grisáceos y estratificadas en niveles de 0.5 m a 1.0 m de espesor, alternándose con niveles de arcillas rojas y verdes.

- Estructura

Forma parte de una estructura compleja, constituida por una sucesión de sinclinales y anticlinales fallados, de dirección aproximada E-W, cuyo flanco norte aparece invertido.

- Geotecnia

Presentan un buen drenaje superficial por escorrentía, aunque parte del mismo también se realiza por percolación a través de los niveles calcáreos. Son materiales ripables, y puntualmente ripables marginalmente. La capacidad de carga es elevada, excepto en los niveles arcillosos que es baja y pueden producirse asientos diferenciales significativos.

Los taludes excavados en estos materiales admiten pendientes pronunciadas, aunque lógicamente la estabilidad de los mismos dependerá de la estructura (dirección y buzamiento) de los estratos.

CALIZAS ARENOSAS Y ARCILLAS, (311d)

- Litología

Corresponde a un nivel intermedio localizado entre las calizas del grupo (311c) y que aparece de forma muy esporádica. Está constituido por una alternancia irregular de calizas arenosas grisáceas y arcillas de tonos marronáceos, estratificado todo el conjunto en niveles inferiores a los 0.5 m de espesor (Figura 3.71).



Figura 3.71. Afloramiento parcialmente recubierto del grupo (311d), en Sierra de la Higuera (Hoja:1077-4)

- Estructura

La banda cartografiada tiene una orientación E-W y WNW-ESE y buzamientos de 40 ° al S.

- Geotecnia

Son materiales ripables y poco permeables. La capacidad de carga es media y los asientos previsibles bajos, excepto en los niveles arcillosos, que pueden ser significativos.

No se han observado taludes de interés.

CALIZAS ARENOSAS, (311c)

- Litología

Se trata de calizas arenosas de aspecto granudo, microcristalinas, de tonos grisáceos y estratificadas en niveles de 0.2 m a 1.0 m de espesor. Las superficies de estratificación son alabeadas debidas a procesos de deformación hidroplástico (Figura 3.72).



Figura 3.72. Detalle de la estratificación alabeada de las calizas del grupo (311c). Sierra de la Higuera.

- Estructura

Corresponde a una banda que se sitúa entre la base de la serie del Aljibe y las facies de Almarchal. Su estructura es compleja con direcciones y sentidos de buzamientos variables, en función de la orientación de los esfuerzos principales. La magnitud del buzamiento es del orden de los 40°.

- Geotecnia

Es un grupo ripable a pesar de su litología compacta, debido al escaso espesor de las capas. El drenaje superficial es de tipo medio y se realiza por infiltración y por escorrentía. La capacidad portante es alta y los asentos previsibles insignificantes. En los taludes naturales se producen desprendimiento de bloques de caliza, al quedar descalzados por erosión diferencial de los materiales subyacentes.

ARCILLAS MARGOSAS Y CALIZAS DE ALMARCHAL, (232b)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 2.

ARENISCAS Y ARCILLAS, (231b)

- Litología

Areniscas de grano fino, de tonos marrones, amarillentos y verdosos, con granoclasificación y laminación paralela, estratificadas en bancos métricos, y con intercalaciones esporádicas de arcillas grisáceas.

- Estructura

El conjunto aparece plegado en una estructura de sinclinal, de dirección NNW-SSE y buzamientos comprendidos entre 60° y 90°. El afloramiento está incluido dentro de los materiales de la Serie Algeciras-Bujeo, y se halla limitado, tanto a muro como a techo, por sendos cabalgamientos.

- Geotecnia

Son materiales permeables, a excepción de los niveles arcillosos que compartimentan a la formación en diferentes acuíferos desconectados entre sí. El drenaje es bueno, tanto por escorrentía superficial favorecida por la topografía abrupta, como por percolación a través de diaclasas y de la porosidad. La ripabilidad varía de difícilmente a no ripable, la capacidad de carga es elevada y los asentos en general prácticamente nulos.

No se han observado taludes de interés, pero pueden admitir pendientes pronunciadas en función de la disposición de los materiales.

ARCILLAS Y ARENISCAS, (231a)

- Litología

La naturaleza de la litología de este grupo es similar a la del grupo anterior (231b), únicamente varía la proporción de los materiales. En este caso predominan las arcillas de tonos grisáceos, mientras que las areniscas aparecen intercaladas en niveles de 0.5 a 1.0 m espesor.

- Estructura

Presenta la misma estructura que la del conjunto (231b), siendo el contacto concordante entre ambas unidades.

- Geotecnia

Los tramos arcillosos son fácilmente ripables, mientras que los niveles de areniscas son difícilmente ripables cuando se concentran en bancos de cierto espesor. El drenaje se realiza por escorrentía superficial y, además, por infiltración en los bancos areniscosos. La permeabilidad es variable y compleja, ya que alternan niveles impermeables con permeables, dando origen a acuíferos colgados y cautivos. La capacidad portante es baja y los asentos altos, excepto en los niveles de areniscas, donde mejoran considerablemente dichos parámetros geotécnicos.

No se han observado taludes de interés, pero en los desmontes excavados en ellos se recomienda cuidar el drenaje de los niveles permeables, a fin de que la circulación de agua no introduzca inestabilidades ni desperfectos en el talud. También es presumible que se produzcan desplomes de los niveles rocosos por erosión diferencial de los tramos blandos (margosos).

CALIZAS, (223)

- Litología

Calizas microcristalinas de tonos blanquecinos, estratificadas en niveles centimétricos y con intercalaciones esporádicas de margas.

- Estructura

Este bloque jurásico incluido dentro de las arcillas del grupo (321a), aparece muy fracturado y plegado según una orientación NW-SE y con buzamientos inferiores a los 60° hacia el NE (Figura 3.73).

- Geotecnia

Son materiales ripables, con una capacidad de carga media-alta y asientos bajos o nulos. Su drenaje es bueno, por escorrentía superficial y por infiltración en la vertical a través de discontinuidades.

No se han observado taludes de interés. La incidencia de este grupo en el Tramo es muy escasa, dada la reducida extensión que presenta.



Figura 3.73. Resalte morfológico constituido por las calizas del grupo (223), en las inmediaciones del paraje Las Caheruelas, junto a la ladera sur de la sierra de Ojen (Hoja:1077-1).

3.4.5. Grupos geotécnicos

Teniendo en cuenta los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona 3, así como sus respectivas características geotécnicas, se han definido los siguientes "grupos geotécnicos":

- GT1. Limos, arcillas, arenas y gravas

Son materiales con niveles freáticos a escasa profundidad e inundables en épocas de avenida. La capacidad de carga es baja y los asentamientos previsible altos. En la Zona 3, este grupo lo constituyen las formaciones (A1) y (a2).

- GT2. Gravas y bolos poligénicos con matriz arcillosa

Conjunto con una permeabilidad baja y un drenaje superficial deficiente. La capacidad de carga es baja y los asentamientos altos. Se recomienda que los taludes de excavación no sean superiores a los 40°. La formación (350a) es la representante de este grupo en la Zona 3.

- GT7. Limos, arcillas, arenas, bloques y cantos

Grupo constituido por granulometrías muy heterométricas, formado, en su gran mayoría, por masas deslizadas a partir de procesos de solifluxión, y por coladas de barro. Materiales en situación de equilibrio límite, inestables normalmente bajo la acción del hombre. La capacidad de carga es baja y los asentamientos previsible altos. Los taludes de excavación no deben de sobrepasar los 35° de inclinación. En la Zona 3, constituyen este grupo las formaciones (c1), (C2) (D2).

- GT11. Alternancia irregular de biocalcarenitas y arenas fosilíferas

Grupo ripable, permeable y con un buen drenaje superficial por percolación. La capacidad portante es media, aunque puede disminuir en los niveles no cementados. Los asentamientos son bajos, pero para tensiones elevadas pueden ser importantes por reordenamiento y rotura de los fragmentos fosilíferos. Los taludes observados son inestables para pendientes de 65°. En la Zona 3, la formación (321k) constituye este grupo.

- GT12. Biocalcarenitas

Materiales ampliamente utilizados como materiales de préstamo en la construcción de carreteras. Permeables y ripables por medios mecánicos convencionales. La capacidad de carga es alta, aunque para tensiones puntuales elevadas pueden surgir asentamientos, por rotura y reordenamiento de los fragmentos fosilíferos. Los taludes son estables para pendientes pronunciadas (75°-80°). En la Zona 3, este grupo está compuesto por las formaciones (321m), (321j) y (321h).

- GT13. Alternancia de areniscas, calizas, arcillas y margas

Este grupo se caracteriza por estar constituido por una alternancia irregular de niveles competentes y permeables (areniscas y calizas) y niveles incompetentes e impermeables. El espesor de los estratos es pequeño, y en algunos casos tienen aspecto de flysch. La escorrentía superficial es activa debido a la topografía alomada de los afloramientos. La capacidad portante varía de baja a alta y los asientos de bajos a altos, éstos últimos en los niveles arcillo-margosos. La inestabilidad en los taludes se puede originar por descalce de los niveles cementados al erosionarse los niveles blandos, y por la disposición desfavorable entre la orientación de los taludes y la de los estratos. En tramos de buzamiento fuerte de los estratos pueden producirse fenómenos de toppling y de pandeo. En la Zona 3, las formaciones (313c), (312e), (312d), (311f) y (311d) constituyen este grupo.

- GT14. Alternancia de arcillas, margas, limolitas, areniscas y calizas

En este grupo predominan las litologías poco competentes (arcillas y margas) sobre las competentes (areniscas y calizas). El grupo (321a) presenta esporádicamente niveles de yesos. La permeabilidad del conjunto suele ser baja, donde únicamente los niveles pétreos pueden contener agua. La capacidad portante varía de baja a media y los asientos estimados de medios a altos. Las arcillas del grupo (321a) son expansivas y también puntualmente agresivas en los tramos donde aparecen niveles de yesos. La escorrentía superficial depende de la topografía de los afloramientos. En zonas llanas existen problemas de drenaje a causa de la poca permeabilidad del conjunto. Los taludes suelen ser inestables a partir de los 30° de pendiente, asimismo presentan signos de erosión diferencial y acarreamiento. Este grupo está representado en la Zona 3 por las formaciones (321i), (321a), (312f), (311i), (311h), (232b) y (231a).

- GT15. Areniscas del Aljibe con intercalaciones arcillosas

Este grupo se caracteriza por constituir las sierras más abruptas del Estudio. El drenaje es alto, tanto por escorrentía superficial como por infiltración. La ripabilidad varía desde ripable a presumiblemente no ripable. Normalmente la capacidad de carga es alta y los asientos nulos, aunque estos valores pueden variar desfavorablemente en los tramos poco cementados y donde se intensifique la presencia de niveles arcillosos. En zonas poco cementadas se erosionan fácilmente. Suelen originar en su base importantes masas deslizadas. La estabilidad de los taludes depende fundamentalmente del grado de fracturación y de la orientación de las discontinuidades (posible formación de bloques y cuñas) con respecto a la de los desmontes. Se han observado taludes de alturas medias, inestables y con inclinaciones de 60° a 70°; en algunos taludes las pendientes se han tendido hasta los 30°. Este grupo se compone únicamente de la formación (321b).

- GT16. Areniscas micáceas, areniscas silíceas, margas y arcillas

Aunque la distribución de los materiales es irregular, en este grupo suelen predominar los niveles competentes, que llegan a tener potencias decamétricas, sobre los blandos. Son formaciones con un buen drenaje superficial y con una permeabilidad limitada a los niveles areniscosos. La ripabilidad varía desde marginal a no ripable en los tramos rocosos, a fácilmente ripable en los tramos margosos y arcillosos. La capacidad de carga es alta y los asientos nulos en las areniscas, mientras que los tramos margosos y arcillosos tienen una capacidad de baja a media y unos asientos de medios a altos. Los taludes observados precisan de bermas para su estabilidad. Forman este grupo, en la Zona 3, las formaciones (313b) (313a) (231b).

- GT17. Calizas, calizas arenosas, calizas granudas, calizas bioclásticas y niveles de margas

Grupo calcáreo con una capacidad portante media-alta y asientos nulos o bajos. Son ripables a causa del escaso espesor de los estratos. Buen drenaje tanto en la horizontal como en la vertical. Los taludes tienden a ser inestables por caída de bloques y cuñas. En la Zona 3, este grupo está compuesto por las formaciones (321c), (311c) y (223).

- GT18. Margas areno-limosas

Conjunto erosionable, alterable y ripable. Permeabilidad baja y con un drenaje que se realiza exclusivamente por escorrentía superficial, la cual es alta. La capacidad de carga suele ser baja y los asientos previsibles altos. Los taludes son inestables para pendientes de 30° y se recomienda protegerlos de la erosión. En la Zona 3, solo la formación (321g) representa a este grupo.

3.4.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Los problemas más importantes que presenta la Zona 3 son de carácter topográfico, derivados del relieve tan acusado que presenta. Las carreteras proyectadas según una orientación E-W encuentran numerosas dificultades debido a que tienen que salvar verdaderas barreras orográficas, algunas de ellas dispuestas en sentido transversal al desplazamiento. Por otro lado, las masas deslizadas y acumuladas al pie de las sierras plantean grandes problemas de estabilidad, tanto a la hora de excavar desmontes como apoyar terraplenes a media ladera, debido a que la mayoría de dichos sedimentos se hallan en un estado de equilibrio límite. Los problemas de drenaje no son frecuentes, ya que la escorrentía superficial es muy activa; sin embargo, éste último hecho proporciona una erosión intensa e incisiva a los arroyos cerca de sus cabeceras.

En esta zona pueden plantearse problemas de ripabilidad en algunos de los grupos rocosos existentes (calizas y areniscas); puntualmente puede ser necesario el uso de explosivos para excavar los tramos rocosos sanos y poco fracturados.

La litología alternante que presentan numerosas formaciones condiciona un comportamiento heterogéneo de las mismas, de tal modo que las características geotécnicas son muy varia-

bles dentro de un mismo grupo. Un factor a tener cuenta es la expansividad y los niveles esporádicos de yesos que presentan las arcillas del grupo (321a).

Por último, los taludes excavados es suelos arcillosos son inestables, o bien presentan una estabilidad muy precaria. En los materiales rocosos y en las formaciones de litología alterante la inestabilidad de los taludes se debe a factores muy diversos, como son caída de bloques y cuñas, erosión diferencial, deslizamientos, toppling, etc., sin embargo, la estabilidad está condicionada fundamentalmente por la orientación del desmonte con respecto a las discontinuidades (estratificación, diacladas, etc.).

3.5. ZONA 4: ZONA DEL LITORAL

3.5.1. Geomorfología

La Zona 4 se extiende por todas la Hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional que abarca el presente estudio, a excepción de las Hojas: 1073 (Vejer de la Frontera) cuadrante n 1, 1074 (Tahivilla) cuadrante 3 y 1077 (Tarifa) cuadrante 1. De los cuadrantes que ocupa en ningún caso llega a cubrir alguno en su totalidad. En la Figura 3.74 se muestra la ubicación de la Zona 4 dentro del Tramo, así como la situación de un bloque-diagrama realizado en la misma.

Los rasgos geomorfológicos más destacables del litoral resultan de la confluencia de cuatro factores fundamentales: Situación geográfica, Marco geológico, Dinámica litoral y Variaciones del nivel del mar durante el Cuaternario.

El primer factor determina su situación latitudinal, alrededor de los 36° de latitud Norte, es decir, en la zona meridional de las latitudes medias, que corresponde a la franja donde se produce la transición entre los climas semiáridos y los templados oceánicos.

En el contexto estructural destaca el contacto con la Placa Africana, de gran actividad neotectónica que origina cambios paleogeográficos en la costa durante el Cuaternario.

La dinámica litoral es la responsable de la erosión y acreción costera, así como de los rangos mareales.

Por último, las variaciones del nivel del mar durante el Cuaternario han marcado los rasgos geomorfológicos más característicos, ya que controlan la mayor o menor extensión de los sedimentos marinos o continentales.

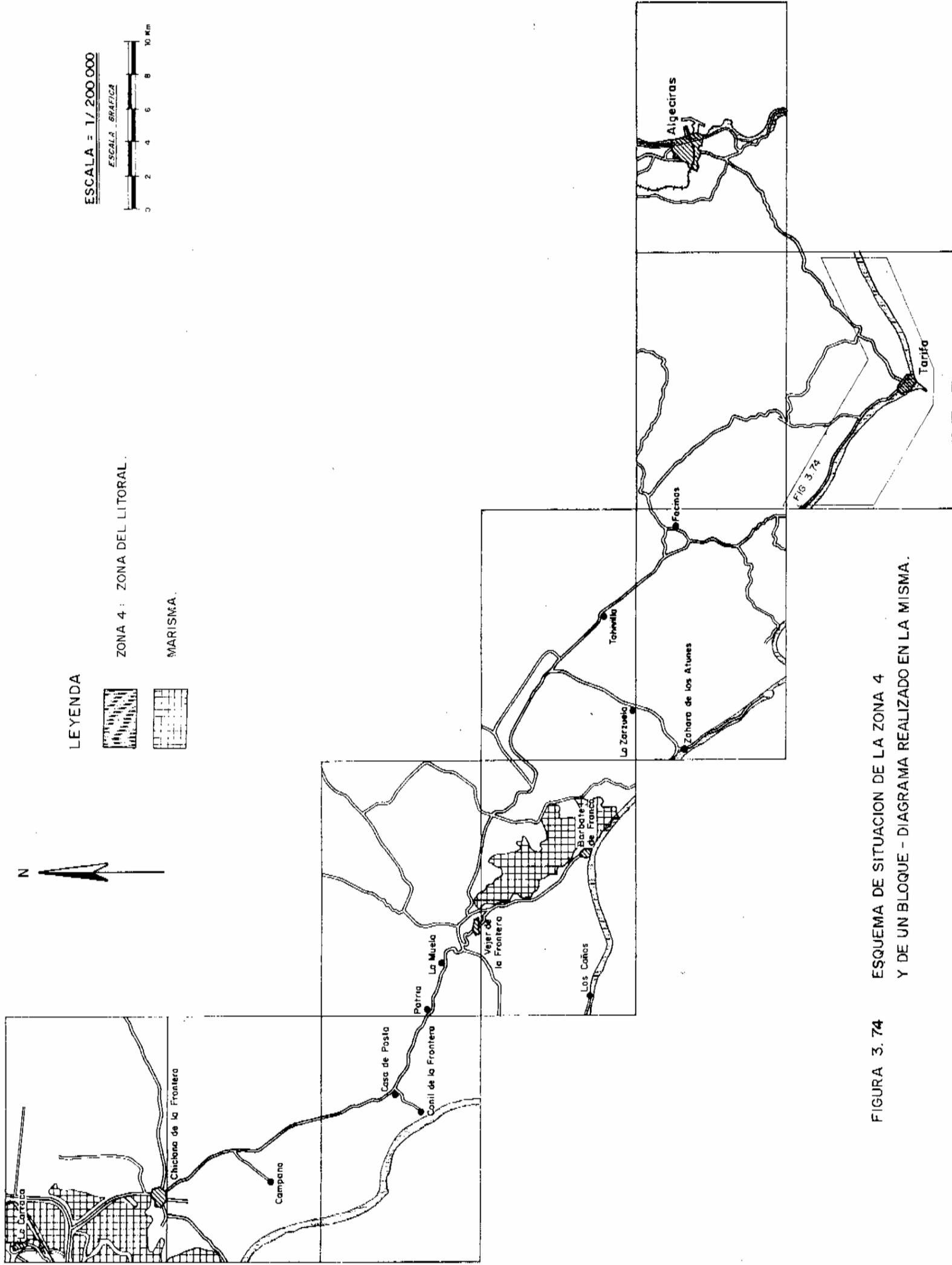


FIGURA 3.74 ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 4 Y DE UN BLOQUE - DIAGRAMA REALIZADO EN LA MISMA.

El área del Golfo de Cádiz que nos ocupa presenta tres tipos de relieves contrastados: el primero de ellos abarca desde el sur de Cádiz hasta aproximadamente Barbate; en este subtramo predominan las playas sobre los acantilados, y se caracteriza porque el relieve existente sobre los acantilados es de tipo tabular, a modo de altiplanice. El segundo tipo de relieve diferenciado abarca desde Barbate hasta Tarifa; en este caso la costa es heterogénea, alternando zonas de playa con acantilados rocosos, provocados por la llegada hasta la costa de sierras montañosas, como las de Retín y la Plata. Por último, entre Tarifa y Algeciras el relieve es muy accidentado y la costa que aparece es de carácter acantilada rocosa.

Como se verá en el capítulo siguiente, esta diferencia de relieve se debe a la existencia en el Tramo de dos dominios tectónicos de las Béticas: el Subbético y las Unidades del Campo de Gibraltar.

A parte de la tectónica, la dinámica litoral juega un papel muy importante en el control morfológico de la costa. Actualmente la dinámica costera está condicionada por una prominente deriva, debida a la coincidencia de vientos dominantes y al sistema de bajas presiones del Atlántico, lo cual origina un claro transporte de sedimento hacia el Este y Sureste.

Las formas geomorfológicas más características son:

- Las marismas

Se trata de las llanuras mareales que constituyen las zonas más bajas de la costa. Son áreas amplias, de escasa profundidad y energía de oleaje, donde las concentraciones anómalas de salinidad permite solo el desarrollo de una fauna y flora característica. Las llanuras están recorridas por multitud de canales (denominadas "caños" o "esteros") por donde entra y sale el agua de la marea. Dentro de la marisma se distinguen dos zonas desde el punto de vista geomorfológico: la alta marisma o schorre, que corresponde a la zona supramareal y que solamente se inunda en las mareas vivas (dos veces al mes), y la marisma baja o slikke que atañe a la llanura intermareal y que se inunda dos veces al día durante las pleamares. En ocasiones la diferencia de cotas entre las dos marismas es inferior a medio metro. Las marismas más importantes en el área de estudio se localizan en la Bahía de Cádiz y en la desembocadura del río Barbate.

- Depósitos eólicos

Las dunas y los mantos eólicos son los depósitos eólicos más característicos que aparecen repartidos por la costa del Golfo de Cádiz. Las dunas más antiguas aparecen cementadas, son de edad Pleistoceno Superior y se asocian al ciclo marino regresivo Ouljiense del último Interglaciario. En el Estudio las acunulaciones de arenas más significativas aparecen entre Los Caños de Meca y Barbate y en la ensenada de Bolonia.

- Terrazas marinas

Estos materiales tienen su origen en las distintas oscilaciones del nivel mar, y son depósitos testigos de zonas con tendencias a la elevación, durante la tectónica cuaternaria. A lo largo del litoral se han distinguido entre cuatro y siete episodios marinos, y la línea de costa mejor conservada, dada su desarrollo espacial, es la correspondiente al Ouljiense.

3.5.2. Tectónica

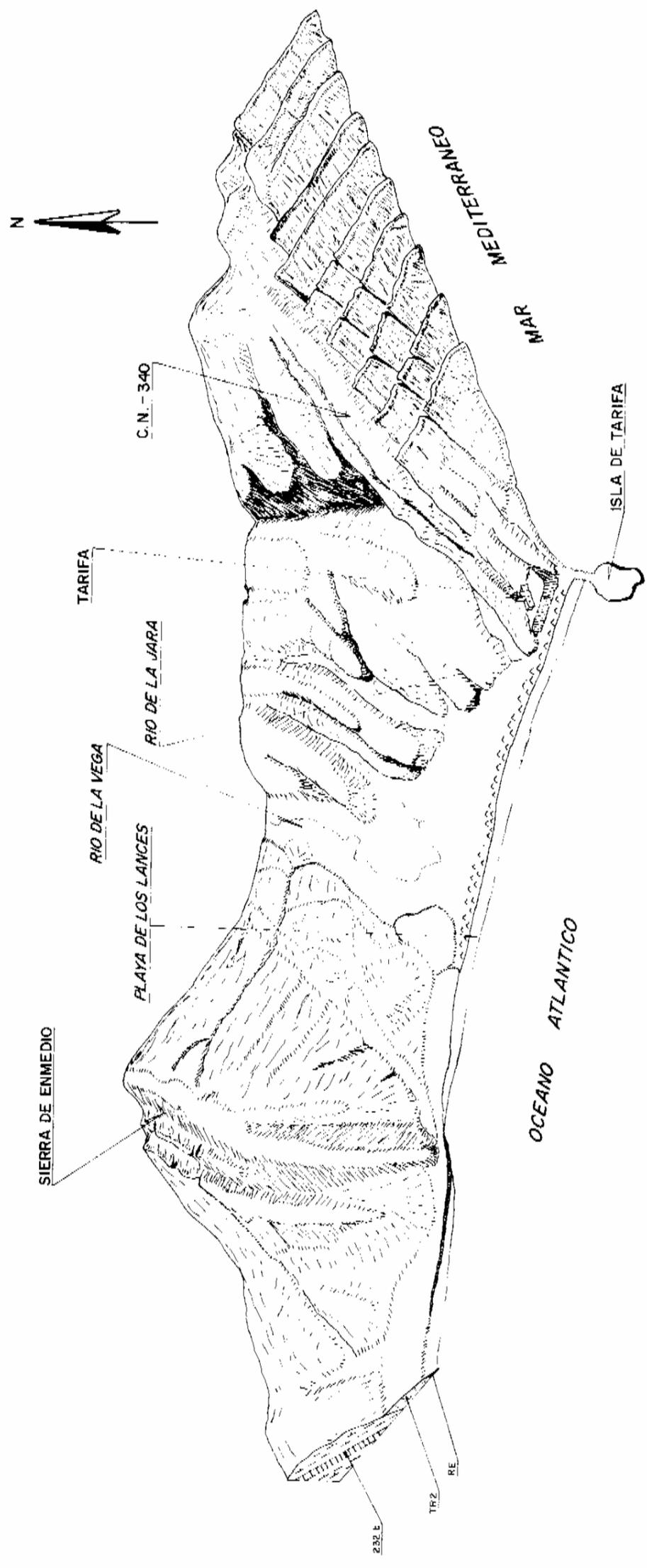
Como ya se ha mencionado en el apartado anterior, la zona del litoral de Cádiz que nos ocupa presenta dos tipos de relieves contrastados, que obedecen a la existencia de dos dominios morfoestructurales de las Béticas: el dominio Subbético y el dominio de los Mantos alóctonos del Campo de Gibraltar. La evolución geodinámica de este litoral es paralela a la de las Cordilleras Béticas.

Los accidentes tectónicos más importantes que influyen en el modelado costero actual son:

- Los accidentes que delimitan y permiten la pervivencia de la Bahía de Cádiz y el de Cabo Roche, en parte responsable por la inflexión que sufre la costa en este punto, ya que se trata de una falla que no solo funciona en la vertical, sino también en la horizontal con componente dextral.
- El accidente de Tarifa WSW-ENE, cuya componente en la vertical determina la posición anómala actual, de los niveles marinos entre Tarifa y Algeciras.
- La Bahía de Algeciras, cuya morfología es debida al rejuego de la gran falla N-S del río Guadarranque, que dirige el trazado del borde occidental de la Bahía. El borde oriental es de creación reciente, ya que la comunicación con el promontorio calizo del Peñón de Gibraltar se realiza mediante un tómbolo de edad holocena.

Por último, el acercamiento de la placa europea y africana que se produce durante el Cuaternario se traduce en una inestabilidad del sector, puesta de manifiesto en las distintas alturas que, en una misma línea de costa, aparecen los máximos transgresivos. Si se proyectan éstos últimos, tanto en España como en Marruecos, para la línea de costa ouljiense, se observa un levantamiento de un borde y otro del Estrecho al menos desde el Pleistoceno Superior.

En la Figura 3.75 se muestra un bloque diagrama característico de esta Zona 4 y en la Figura 3.76 varios cortes geológicos-esquemáticos que sintetizan la distribución de los niveles marinos cuaternarios del litoral de Cádiz.



LEYENDA

- RE : PLAYA. ARENAS FINAS CON ALGUNAS GRAVAS DISPERSAS.
- TR2 : TERRAZA MARINA. ARENAS ARCILLOSAS CON ALGUNAS GRAVAS DISPERSAS.
- 232 b : ARCILLAS MARGOSAS Y CALIZAS DE ALMARCHAL.

FIGURA 3.75 BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 4

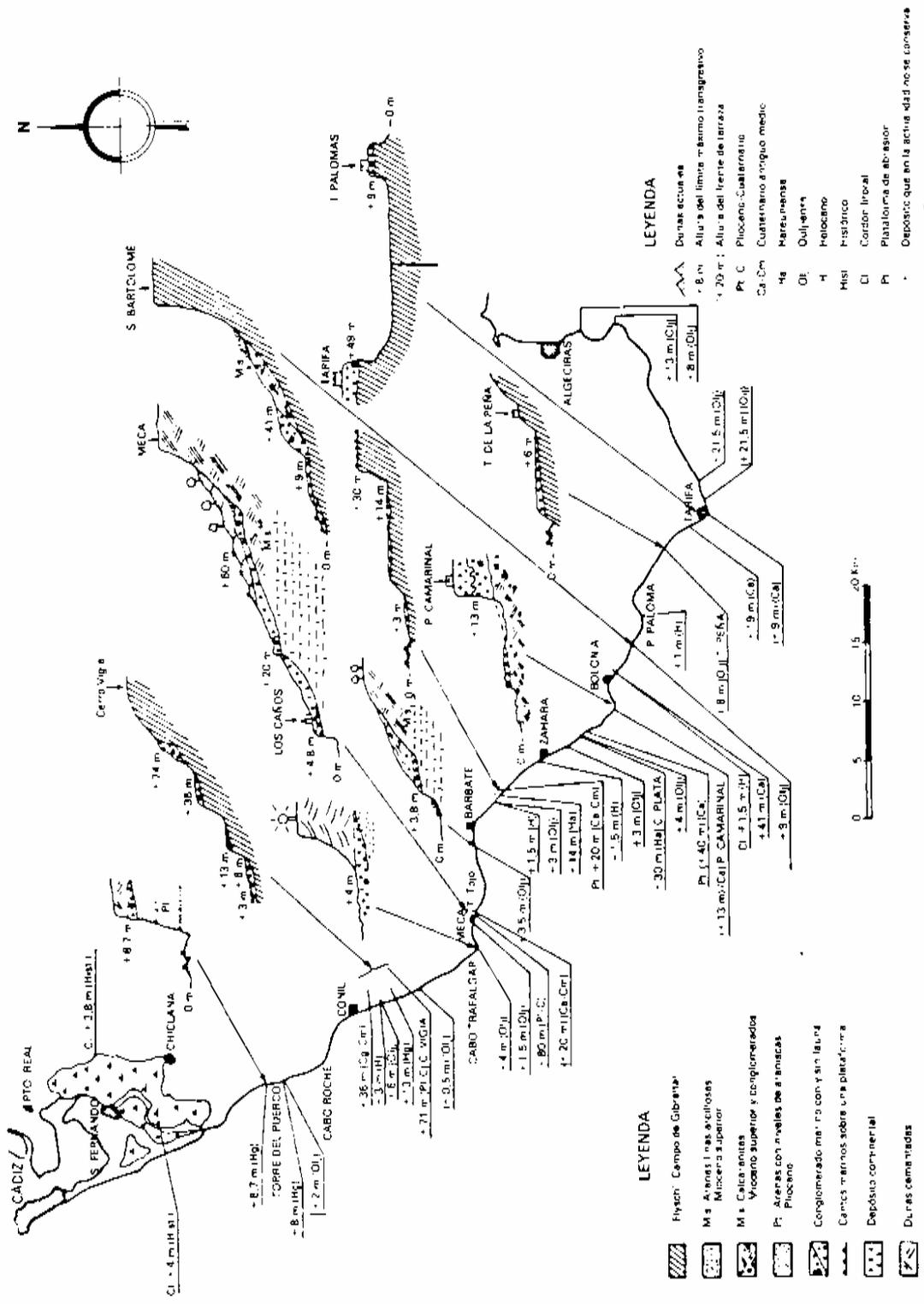


FIG. 3.76. - DISTRIBUCION DE LOS NIVELES MARINOS CUATERNARIOS DEL LITORAL DE CADIZ (CORTES MAS SIGNIFICATIVOS) SEGUN C. ZAZO 1980 Y C. ZAZO EY MENANTEU ET AL., 1983

3.5.3. Columna estratigráfica

Los grupos señalados con el asterisco (*) en la Figura 3.77 son los existentes en la Zona 4.

3.5.4. Grupos litológicos

ALUVIAL FINO, (A1)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 1.

COLUVION, (c1)

MASAS DESLIZADAS, (C2)

CONO DE DEYECCION GRUESO, (D2)

Estos grupos han sido descritos en la Zona 3.

ABANICO ALUVIAL, (AA)

- Litología

Abanicos aluviales formados por arenas arcillosas de tonos rojizos y marrones, con cantos subredondeados dispersos, de naturaleza poligénica.

- Estructura

Son depósitos que presentan una morfología bastante llana y un aspecto interno masivo (Figura 3.78).

- Geotecnia

En un grupo fácilmente ripable, con un drenaje superficial deficiente y una permeabilidad baja-media. La capacidad de carga es baja y puede originar asentamientos importantes a causa de su baja compacidad.

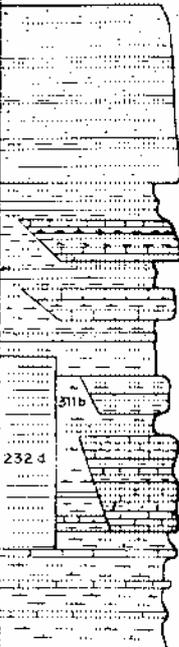
CUATERNARIO Y PLIO-CUATERNARIO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	* Aluvial. Limos, arcillas, arenas y gravas.	CUATERNARIO	A 1	GT 1
	Aluvial. Gravos y bolos poligenicos con matriz areno-limosa.	CUATERNARIO	a 2	GT 1
	Eluvial. Arenas con cantos dispersos.	CUATERNARIO	v	GT 6
	Aluvio-Coluvial. Arenas limosas con cantos dispersos.	CUATERNARIO	ac	GT 6
	* Coluvion. Limos, arenas, arcillas, cantos y bloques.	CUATERNARIO	c 1	GT 7
	* Masas Deslizadas. Bloques y cantos con matriz arcillosa.	CUATERNARIO	C 2	GT 7
	Cono de Deyeccion. Limos, arenas, arcillas y cantos.	CUATERNARIO	d 1	GT 6
	* Cono de Deyeccion. Cantos y bloques con matriz arcillo limosa.	CUATERNARIO	D 2	GT 7
	* Abanico Aluvial. Arenas arcillosas con cantos dispersos.	CUATERNARIO	AA	GT 6
	Lacustre. Arcillas grises.	CUATERNARIO	L	GT 8
	Terraza Fluvial. Gravos poligenicos con matriz areno-limosa.	CUATERNARIO	ta	GT 2
	* Marisma. Limos, arcillas y arenas con abundante materia organica.	CUATERNARIO	M	GT 3
	* Nivel Marino. Limos y arcillas con niveles arenosos.	CUATERNARIO	r 1	GT 3
	* Cordón Litoral. Arenas, gravas y conchas, parcialmente cementadas.	CUATERNARIO	r 2	GT 4
	* Depositos Litorales. Arenas finas.	CUATERNARIO	R 3	GT 9
	* Palustre. Arcillas, limos y arenas.	CUATERNARIO	P	GT 8
	* Manto Eolico. Arenas finas.	CUATERNARIO	e	GT 9
	* Dunas. Arenas finas mal clasificadas.	CUATERNARIO	DE	GT 9
	* Dunas Cementadas. Arenas finas cementadas, mal clasificadas.	CUATERNARIO	DFC	GT 9
	* Playa. Arenas finas con algunas gravas dispersas.	CUATERNARIO	RE	GT 9
	* Terraza Marina. Conglomerado de gravas calcareas y restos de conchas.	CUATERNARIO	TR 1	GT 4
	* Terraza Marina. Arenas arcillosas con algunas gravas dispersas.	CUATERNARIO	TR 2	GT 5
	* Gravos y bolos poligenicos con matriz arcillosa.	PLIO-CUATERNARIO	350 a	GT 2
	* Arenas y gravillas con matriz arcillosa.	PLIO-CUATERNARIO	350 b	GT 5

FIG. 3. 77. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 4

MATERIALES POSTOROGENICOS				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Arenas verdes con fosiles	PLIOCENO	322 d	GT 10
	Arenas finas con intercalaciones de arcillas y arenas	PLIOCENO	322 c	GT 10
	Calizas blanquecinas cuivertientes	PLIOCENO	322 b	GT 19
	* Arenas amarillas con intercalaciones de biocalcarenitas.	PLIOCENO	322 a	GT 17
	* Biocalcarenitas	MIOCENO SUPERIOR	321 m	GT 12
	Calizas arenosas.	MIOCENO SUPERIOR	321 l	GT 17
	Alternancia irregular de biocalcarenitas y arenas fosiliferas	MIOCENO SUPERIOR	321 k	GT 11
	Biocalcarenitas.	MIOCENO SUPERIOR	321 j	GT 12
	* Alternancia irregular de margas y biocalcarenitas.	MIOCENO SUPERIOR	321 i	GT 14
	* Biocalcarenitas	MIOCENO SUPERIOR	321 h	GT 12
	* Margas arenosas azules	MIOCENO SUPERIOR	321 g	GT 18
	* Arenas finas amarillentas.	MIOCENO SUPERIOR	321 f	GT 10
Margas silíceas blanquecinas.	MIOCENO MEDIO-INFERIOR	321 e	GT 18	

COMPLEJO TECTOSEDIMENTARIO MIOCENO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Areniscas calcareas con intercalaciones arcillosas.	MIOCENO INFERIOR	321 d	GT 13
	Alternancia de calizas granudas, calizas bioclasticas y margas.	MIOCENO INFERIOR	321 c	GT 17
	* Areniscas del A-J de con intercalaciones arcillosas.	MIOCENO INFERIOR	321 b	GT 15
	Areniscas y arcillas	OLIGOCENO	313 d	GT 13
	Alternancia de calizas y margas arenosas.	EOCENO	312 e	GT 13
	Alternancia de calizas arenosas y margas	EOCENO	312 c	GT 13
	Arcillas margosas y calizas de Almarochal.	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14
	Arcillas con intercalaciones de areniscas.	CRETACICO INFERIOR	231 d	GT 14
	Calizas	JURASICO SUPERIOR	223	GT 17
	* Arcillas con Tubotomaculum y areniscas	MIOCENO INFERIOR	321 a	GT 14

FIG. 3. 77. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 4 (CONTINUACION)

SERIE DEL ALJIBE				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Areniscas del Aljibe con intercalaciones arcillosas.	MIOCENO INFERIOR	32T b	GT 15
	Alternancia de margas, areniscas y calizas.	OLIGOCENO	313 c	GT 13
	Alternancia de calizas y margas arenosas.	EOCENO	312 e	GT 13
	Arcillas rojas con intercalaciones de areniscas calcareas ferruginosas.	PALEOCENO	311 i	GT 14
	Arcillas margosas con intercalaciones de areniscas.	PALEOCENO	311 e	GT 14
	Calizas arenosas y arcillas.	PALEOCENO	311 d	GT 13
	Calizas arenosas.	PALEOCENO	311 c	GT 17
	Margas con intercalaciones de areniscas y calizas.	PALEOCENO	311 b	GT 14
	Arcillas rojas.	CRETACICO SUPERIOR	232 d	GT 18
	Arcillas margosas y calizas de Almarthal.	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14

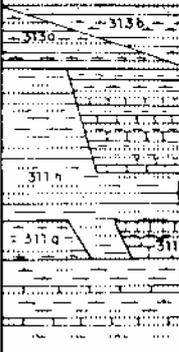
SERIE DE ALGECIRAS - BUJEO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	* Alternancia irregular de margas y areniscas micaceas.	OLIGOCENO	313 b	GT 16
	* Alternancia irregular de areniscas micaceas siliceas y margas.	OLIGOCENO	313 a	GT 16
	* Arcillas, limolitas, calizas y areniscas.	EOCENO	312 f	GT 14
	* Alternancia tipo flysch de calizas y arcillas.	EOCENO	312 d	GT 13
	Arcillas y areniscas.	PALEOCENO	311 h	GT 14
	* Arcillas argilificas y margas.	PALEOCENO	311 g	GT 18
	Calizas con intercalaciones arcillosas.	PALEOCENO	311 f	GT 13
	* Arcillas margosas y calizas de Almarthal.	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14

FIG. 3. 77. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 4 (CONTINUACION)

SERIE DE ALMARCHAL				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Alternancia tipo f ysch de margas y calizas	EOCENO	312 b	GT 14
	* Arcillas margosas y calizas de Almarchal	CRETACICO SUPERIOR	232 b	GT 14

SERIE DEL TAMBOR				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Areniscas con intercalaciones esporadicas de arcillas.	CRETACICO INFERIOR	231 b	GT 16
	Arcillas con intercalaciones de areniscas.	CRETACICO INFERIOR	231 a	GT 14

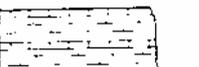
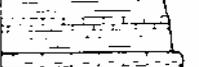
SUBBETICO				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Alternancia de margas y calizas.	EOCENO	312 b	GT 14
	Alternancia irregular de calizas y margas.	PALEOCENO	311 a	GT 13
	Margas blanquecinas con intercalaciones de calizas	CRETACICO SUPERIOR	232 a	GT 19
	Alternancia irregular de margo-calizas y margas blanquecinas.	CRETACICO INFERIOR	231 c	GT 19
	Calizas, dolomias y margas	JURASICO INFERIOR	221	GT 17
	Ofitas.	TRIASICO SUPERIOR	213 c	GT 20
	Dolomias.	TRIASICO SUPERIOR	213 b	GT 17
	Arcillas, yesos y areniscas.	TRIASICO SUPERIOR	213 a	GT 21

FIG. 3. 77. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 4 (CONTINUACION)



Figura 3.78. En primer término, aspecto de un abanico aluvial, al norte de Facinas.

MARISMA, (M)

- Litología

Son depósitos de transición, ya que en su sedimentación participan tanto aguas continentales como marinas. Litológicamente están compuestos por limos, arcillas y arenas, con alto contenido en materia orgánica. En las zonas de canal predominan las arenas sobre los limos y las arcillas, mientras que en las superficies mareales ocurre lo contrario (Figura 3.79)

Estos sedimentos son importantes en las desembocaduras de los ríos Guadalete (donde existen numerosas salinas) y Barbate.



Figura 3.79. Marismas en la Bahía de Cádiz. Al fondo, Chiclana.

- Estructura

Dado sus condiciones de afloramiento es difícil de determinar la estructura de este grupo. Los depósitos de canal suelen presentar sets de estratificación cruzada, de escala pequeña y grande, y niveles lenticulares de limos y arcillas. Sobre la superficie mareal lo más característico suele ser la estratificación lenticular y flaser y lentejones de arenas intercalados entre limos y arcillas.

- Geotecnia

Este grupo se caracteriza por tener un alto contenido en materia orgánica y por estar sujeto a inundaciones periódicas de agua. Su capacidad de carga es muy baja y los asentamientos que pueden originarse son altos. Estos aspectos repercuten directamente en la cimentación de estructuras y en los asentamientos de terraplenes. En el caso de la construcción de terraplenes en estas zonas de marisma hay que tener en cuenta que los núcleos de los terraplenes normalmente estarán sumergidos bajo el agua, en cuyo caso los suelos utilizados para dicho núcleo quedan restringidos, al menos, a suelos adecuados.

NIVEL MARINO, r1

- Litología

Se trata de un nivel que bordea la marisma y se halla elevado respecto a ella de 1 a 3 m aproximadamente. Está constituido por limos y arcillas de tonos marrones, y lechos arenosos en escasa proporción. Este nivel aparece cultivado y no se inunda con las mareas altas (Figura 3.80).

La potencia máxima de este grupo es de 3.0 m.



Figura 3.80. En primer término, nivel marino que bordea la marisma, al oeste de Chiclana.

- Estructura

Presenta las mismas estructuras sedimentarias que las zonas de superficies mareales de las marismas; es decir, estratificación lenticular y flaser, y arenas dispuestas en lentejones.

- Geotecnia

La característica fundamental de este grupo es su baja capacidad de carga y los asientos presumiblemente altos a que pueden dar lugar. La permeabilidad es baja, el drenaje superficial deficiente y los niveles freáticos se sitúan a escasa profundidad.

CORDON LITORAL, (r2)

Litología.- Grupo compuesto por arenas, gravas calcáreas y restos de conchas, cementados parcialmente por carbonatos.

El espesor del grupo se estima inferior a los 5.0 m.

- Estructura

Tienen una representación muy escasa a lo largo del Tramo y son materiales que presentan una disposición alargada, paralela a la línea de costa y que normalmente constituyen una barrera entre la marisma y la playa. Internamente presentan un aspecto masivo, sin estratificación aparente alguna.

- Geotecnia

Son materiales con una permeabilidad alta y un drenaje superficial aceptable por percolación. Tanto la capacidad de carga como los asientos a que pueden dar lugar son variables, en función del grado de cementación que presentan. Son excavables por medios mecánicos.

No se han observado taludes excavados en estos materiales.

DEPOSITOS LITORALES, (r3)

- Litología

Son sedimentos de flechas litorales, y posiblemente dunas degradadas, compuestos por arenas finas mal clasificadas y ligeramente limosas.

- Estructura

Las estructuras internas más frecuentes son la estratificación cruzada y los ripples.

- Geotecnia

Plantean la problemática de los suelos arenosos mal clasificados, es decir: difícil compactación y capacidad de carga baja y asentamientos importantes a corto plazo.

PALUSTRE, (P)

- Litología

Son depósitos que presentan una extensión muy reducida y se localizan entre Los Caños de Meca y el Faro de Trafalgar. Se trata de sedimentos pantanosos constituidos por arcillas y limos, y en menor proporción arenas, con abundante materia orgánica.

- Estructura

Depósitos masivos sin estructura interna definida.

- Geotecnia

Son materiales con problemas de expansividad debido al carácter vértico de estos suelos. El drenaje superficial es muy deficiente debido a su horizontalidad topográfica y composición litológica. La capacidad de carga es baja y los asentamientos previsibles altos. Posiblemente pertenecen a la categoría de suelos inadecuados por su alto contenido en materia orgánica y expansividad.

MANTO EOLICO,(e)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 1, al ser más representativo de la misma.

DUNAS (DE) Y DUNAS CEMENTADAS, (DEC)

- Litología

Depósitos eólicos asociados a las costas pero que en muchos casos se adentran bastante hacia el interior. Se trata de arenas blanquecinas limpias, de grano fino y muy homométricas (mal clasificadas). En el sector comprendido entre Barbate y Meca (Hoja: 1073-2) aparece un sistema de dunas cuya característica fundamental es la de hallarse cementadas débilmente por carbonatos (Figura 3.81).

La potencia observada del grupo es de hasta 7.0 m.

- Estructura

Morfológicamente son dunas longitudinales que en algunos casos aparecen fijadas y otros son todavía móviles. Las estructuras internas más comunes y típicas que presentan son los ripples y la estratificación cruzada.

- Geotecnia

La característica fundamental de estos materiales es su imposibilidad para compactarlos debido a la homogeneidad de sus granos. La capacidad de carga es baja y a corto plazo pueden originar asientos altos e irregulares. En el caso de las dunas cementadas los asientos pueden ser más imprevisibles debido a la existencia de zonas desigualmente cementadas. La permeabilidad vertical es muy elevada.

En las obras de carreteras pueden utilizarse para suelo-cemento y para la fabricación de hormigones.

Se han observado taludes artificiales de alturas medias, estables y con inclinaciones de 30° (Figura 3.82).

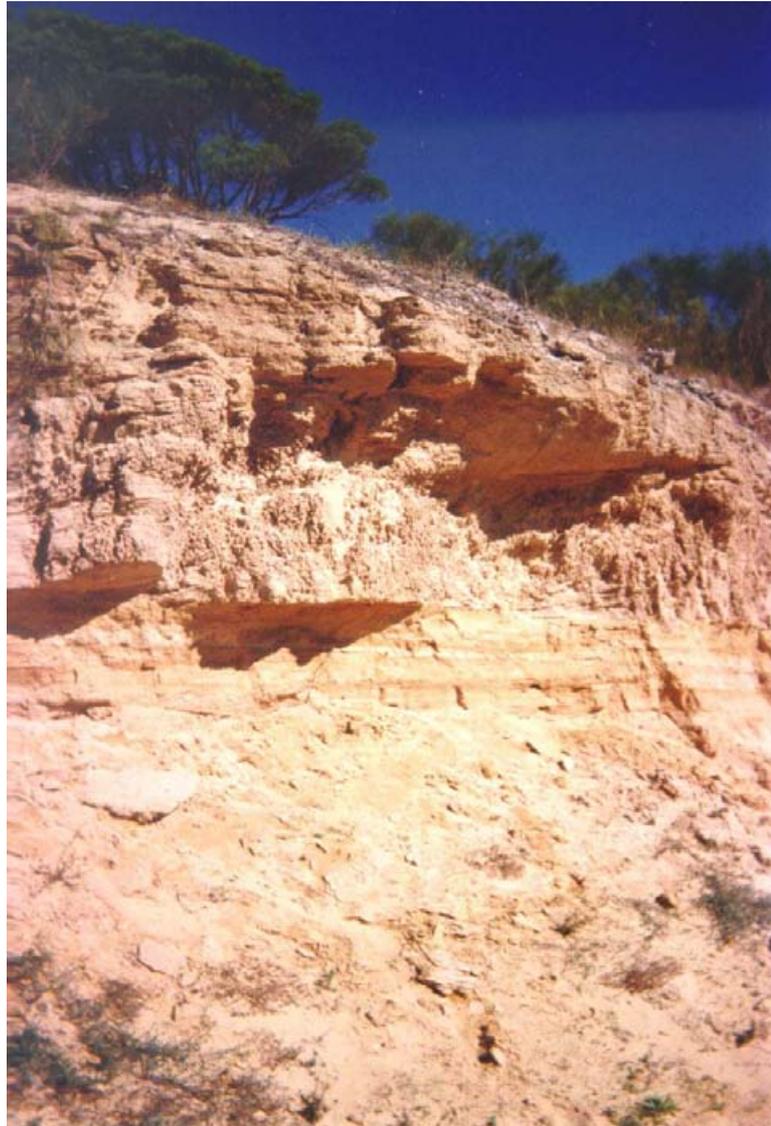


Figura 3.81. Detalle, en corte, de unas dunas cementadas en un talud situado junto al puerto deportivo de Barbate. Los niveles superiores, los cuales quedan en voladizo por erosión diferencial, están mucho más cementados que los inferiores.



Figura 3.82. Talud excavado en dunas, en la carretera de Vejer a Barbate.

PLAYA, (RE)

- Litología

Este ambiente de sedimentación limitado por la acción del oleaje, está constituido por arenas finas mal clasificadas, y en algunos casos, con gravas dispersas (Figura 3.83).

- Estructura

Las estructuras de estos depósitos corresponden a ripples originados por las olas y laminaciones cruzadas de tipo planar de pequeño ángulo.



Figura 3.83. Playa , en la que se observan algunas gravas dispersas, situada al sur de Barbate. Las rocas que aparecen a la izquierda, en el agua, corresponden a niveles de areniscas del grupo (321a).

- Geotecnia

Debido a la posición que ocupa y a su reducida extensión, la incidencia de este grupo sobre la construcción de futuras vías de comunicación es más bien escasa. Se trata de materiales sueltos, con una capacidad de carga baja y asentos altos a corto plazo. Evidentemente son sedimentos con niveles freáticos muy superficiales.

TERRAZA MARINA GRUESA, (TR1)

- Litología

A lo largo del litoral de Cádiz se han distinguido hasta siete episodios marinos correspondientes a oscilaciones eustáticas del nivel del mar. En este estudio se han distinguido dos grupos de terrazas marinas en función de su litología: terrazas gruesas y terrazas finas, sin tener en cuenta su posición estratigráfica.

Las terrazas marinas gruesas están constituidas por conglomerados de gravas de caliza y restos de conchas, trabados por una matriz arenosa de grano medio y cementados por carbonatos. Las gravas son de formas esféricas y de diámetro generalmente inferior a los 10 cm. En algunas terrazas, como ocurre en las situadas en el puerto de la Almadraba cerca de Conil, hacia el techo disminuye la proporción de gravas y aumenta la fracción arenosa, que seguramente corresponden a episodios de dunas o de playas (Figura 3.84).

La potencia observada de este grupo es de 8.0 m.

- Estructura

Los tramos compuestos por gravas tienen un aspecto masivo, mientras que los areniscosos presentan estratificación cruzada.

- Geotecnia

Son materiales difícilmente ripables y con una capacidad de carga alta, aunque ésta última puede disminuir puntualmente si existen acumulaciones importantes de conchas.

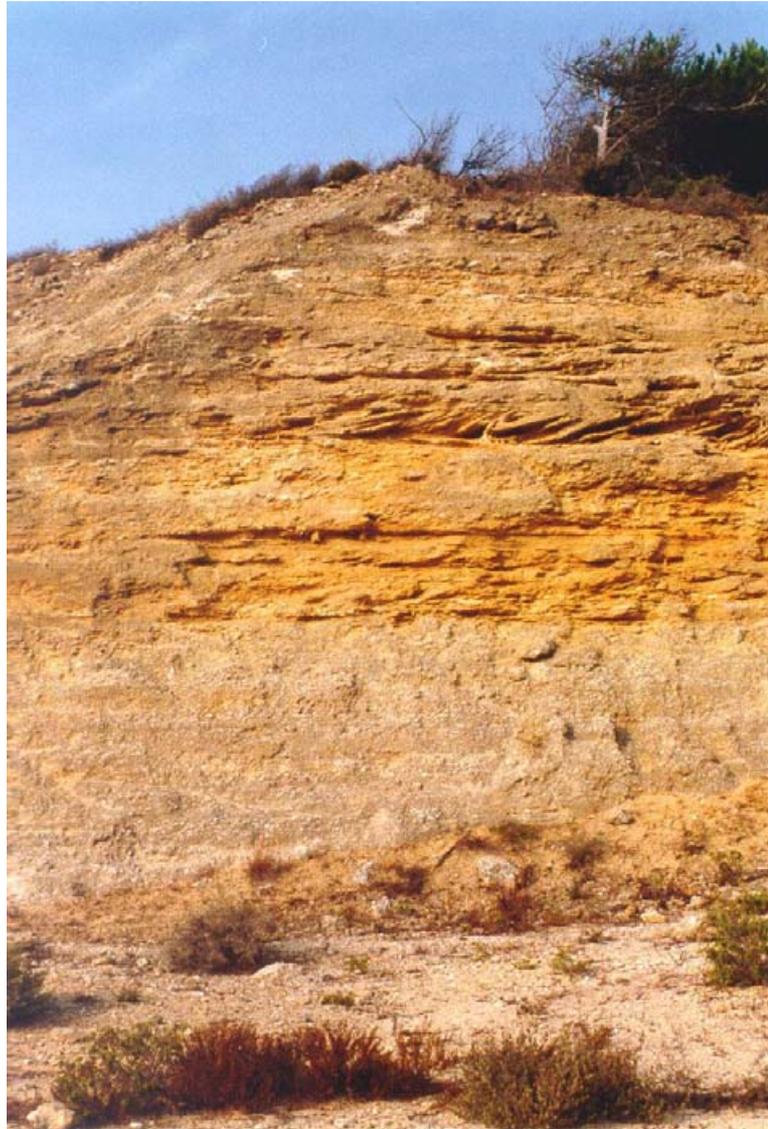


Figura 3.84. Detalle, en corte, de una terraza marina del grupo TR1, en el puerto de la Almadra de Barbate. En la Figura se aprecia como hacia el techo del talud disminuye la proporción de gravas y aumentan las de areniscas, que posiblemente corresponden a episodios de dunas o de playas.

Los taludes excavados en estos materiales admiten pendientes subverticales, aunque pueden presentar problemas puntuales por desgajamiento de bloques. En las zonas próximas a la costa se observan frecuentes desprendimientos de grandes bloques, por socavación de la acción del oleaje de los materiales subyacentes (Figura 3.85).

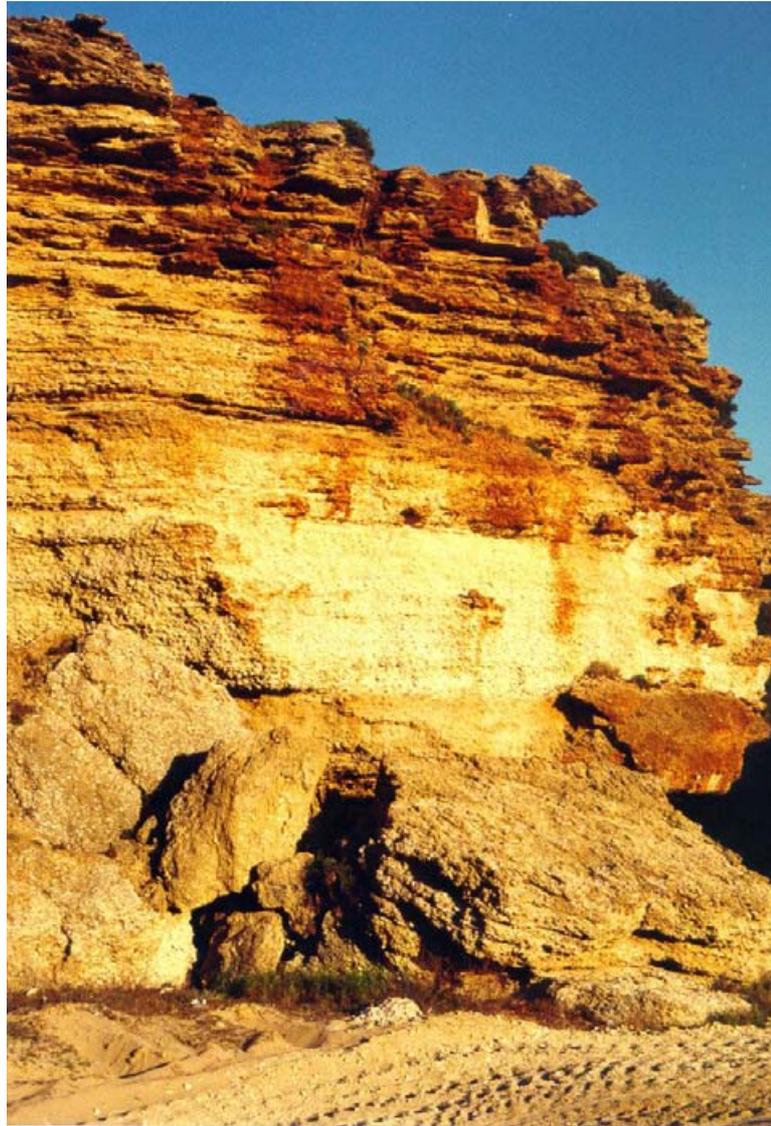


Figura 3.85. Terrazas marinas en el puerto de la Almadraba, en Barbate. Obsérvese, al pie del acantilado, los grandes bloques desprendidos.

Puntualmente se han explotado como yacimiento granular.

TERRAZA MARINA FINA, (TR2)

- Litología

Este grupo de terrazas está compuesto por arenas arcillosas de tonos rojizos, con algunas gravas dispersas.

- Estructura

Depósitos masivos sin estructura interna definida.

- Geotecnia

Sedimentos fácilmente ripables, erosionables y con un drenaje superficial aceptable por percolación. La capacidad portante es baja y pueden dar lugar a asentamientos diferenciales altos.

No se han observado taludes de interés.

RAÑA, (350a)

ARENAS ARCILLOSAS ROJAS, (350b)

ARENAS AMARILLAS Y BIOCALCARENITAS, (322a)

BIOCALCARENITAS, (321m)

Estos grupos han sido descritos en la Zona 1, al ser más representativos de la misma.

ALTERNANCIA DE MARGAS Y BIOCALCARENITAS, (321i)

Este grupo se ha descrito en la Zona 3

MARGAS ARENOSAS AZULES (321g) CON INTERCALACIONES ESPORADICAS DE BIOCALCARENITAS, (321h)

Estos grupos se ha descrito en la Zona 1.

ARCILLAS ARGILITICAS Y MARGAS (311g)

Este grupo se ha descrito en la Zona 2.

ARENAS FINAS AMARILLENAS, (321f)

- Litología

Arenas de grano fino, calcáreas, de tonos amarillentos y blanquecinos, estratificadas groseramente en niveles que oscilan desde unos pocos centímetros hasta 0.5 m de espesor (Figura 3.86).

- Estructura

Estos materiales presentan una disposición horizontal. Corresponden a un cambio lateral de facies de los materiales del grupo (321f).

- Geotecnia

Este grupo es permeable y presenta un buen drenaje superficial por percolación. La capacidad portante es de tipo medio y los asentos previsibles oscilan de bajos a medios. Su excavabilidad es fácil y son erosionables.

Los taludes observados son subverticales y estables para alturas bajas, aunque la erosión que presentan debido a la acción del oleaje han producido, por socavación, desplomes de bloques cementados de la terraza marina suprayacente.

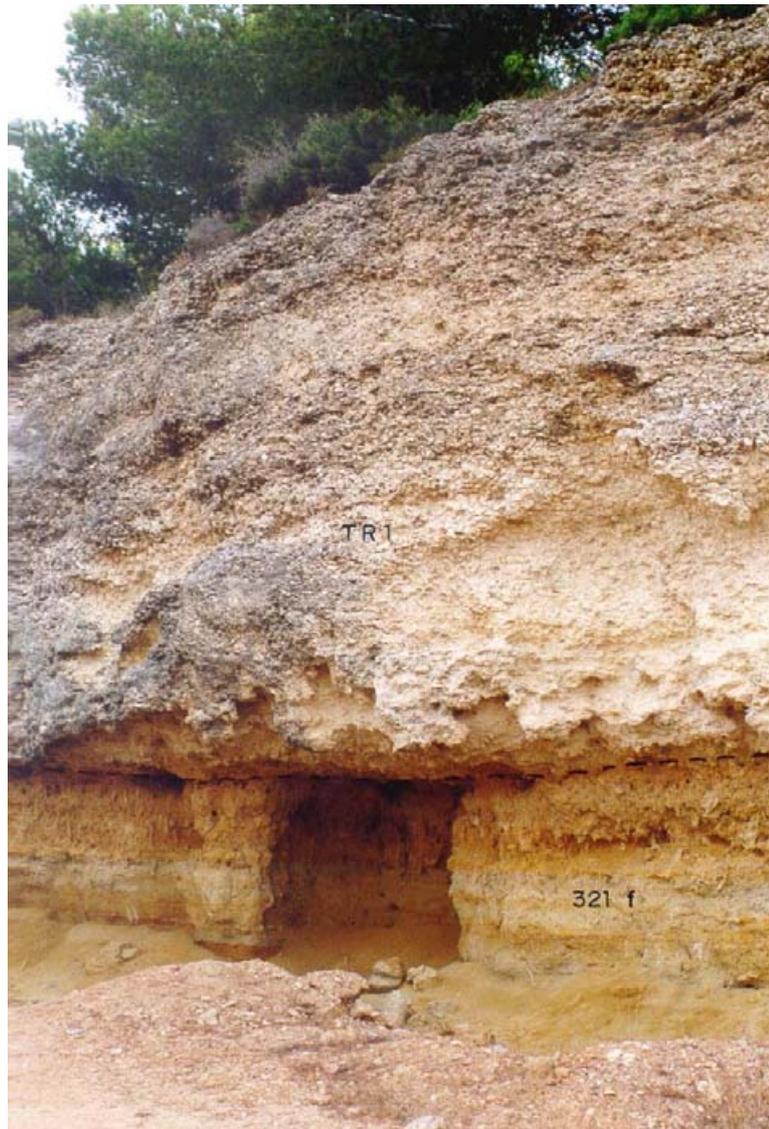


Figura 3.86. Aspecto de los materiales del grupo (321f), en el puerto de la Almadraba de Barbate. El nivel superior de terraza queda descalzado por erosión de los materiales arenosos subyacentes.

ARENISCAS DEL ALJIBE CON INTERCALACIONES ARCILLOSAS, (321b)

Este grupo se ha descrito en la Zona 3

ARCILLAS CON TUBOTOMACULUM Y ARENISCAS, (321a)

Este grupo se describe en la Zona 2

MARGAS Y ARENISCAS MICACEAS, (313b)

ARENISCAS MICACEAS, ARENISCAS SILICEAS Y MARGAS, (313a)

ARCILLAS, LIMOLITAS, CALIZAS Y ARENISCAS, (312f)

ALTERNANCIA DE CALIZAS Y ARCILLAS, (312d)

Estos grupos han sido descritos en la Zona 3.

ARCILLAS ARGILITICAS Y MARGAS, (311g)

ARCILLAS MARGOSAS Y CALIZAS DE ALMARCHAL, (232b)

Estos grupos se han descrito en la Zona 2.

3.5.5. Grupos geotécnicos

Teniendo en cuenta los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona 4, así como sus respectivas características geotécnicas, se han definido los siguientes "grupos geotécnicos":

- Grupo geotécnico GT1

Limos, arcillas, arenas y gravas. Son materiales con niveles freáticos a escasa profundidad e inundables en épocas de avenida. La capacidad de carga es baja y los asentamientos previsible altos. En esta Zona 4, este grupo lo constituye la formación (A1).

- Grupo geotécnico GT2

Gravas y bolos poligénicos con matriz arcillosa. Conjunto con una permeabilidad baja y un drenaje superficial deficiente. La capacidad de carga es baja y los asentamientos altos. Se recomienda que los taludes de excavación no sean superiores a los 40°. La formación (350a) es la representante de este grupo en la Zona 4.

- Grupo geotécnico GT3

Limos, arcillas y arenas. Formaciones con capacidad de carga baja y asentamientos altos. La mayor parte de ellos están sometidos a inundaciones periódicas de agua. Presencia abundante de materia orgánica. En esta Zona 4, constituyen este grupo las formaciones (M) y (r1).

- Grupo geotécnico GT4

Conglomerados calcáreos (desigualmente cementados) y fragmentos de conchas. Grupo desde fácil a difícilmente ripable y con una capacidad de carga que varía de baja a elevada, en función del grado de cementación de los materiales de la unidad (r2). Los asientos varían inversamente proporcionales al valor de la capacidad portante. En zonas de acumulaciones importantes de conchas la capacidad de carga puede disminuir y aumentar los asientos. Los materiales del grupo TR1 dan lugar a desprendimientos de bloques por erosión diferencial de los sedimentos subyacentes. Los taludes, en el grupo TR1, admiten pendientes subverticales, pero pueden producirse caída de bloques por desgajamiento de los mismos.

En esta Zona 4, constituyen este grupo las formaciones (r2) y (TR1).

- Grupo geotécnico GT5

Arenas arcillosas con algunas gravas dispersas. Son materiales permeables y ripables por medios mecánicos convencionales. La capacidad de carga varía de baja a media y los asientos previsible de medios a altos. Los taludes excavados en los materiales del grupo (350b) admiten pendientes pronunciadas a corto plazo, aunque a largo plazo se desmoronan y originan aterramientos de cunetas. Constituyen este grupo las formaciones (TR2) y (350b).

- Grupo geotécnico GT6

Arenas arcillosas con cantos subredondeados dispersos. Conjunto con una capacidad de carga baja y unos asientos altos. La permeabilidad varía de baja a media. Son materiales fácilmente ripables. El drenaje depende exclusivamente de la permeabilidad, ya que la escorrentía superficial es deficiente, a causa de la horizontalidad topográfica. La formación (AA) constituye este grupo en la Zona 4.

- Grupo geotécnico GT7

Limos, arcillas, arenas, bloques y cantos. Grupo constituido por granulometrías muy heterométricas, formado, en su gran mayoría, por masas deslizadas a partir de procesos de soliflucción, y por coladas de barro. Materiales en situación de equilibrio límite, inestables normalmente bajo la acción del hombre. La capacidad de carga es baja y los asientos previsible altos. Los taludes de excavación no deben de sobrepasar los 35° de inclinación. En la Zona 3, constituyen este grupo las formaciones (c1), (c2) y (d2).

- Grupo geotécnico GT8

Arcillas y limos, con escasa fracción arenosa y abundante materia orgánica.- Conjunto con problemas de expansividad y un drenaje superficial deficiente. Capacidad de carga baja y asentamientos previsible elevados. Constituye este grupo, en la Zona 4, la unidad (P).

- Grupo geotécnico GT9

Arenas finas mal clasificadas, ocasionalmente cementadas. Materiales con una capacidad de carga baja y asentamientos altos a corto plazo. En las dunas cementadas la capacidad es algo mayor y disminuye la magnitud de los asentamientos, aunque su comportamiento es más imprevisible debido a la presencia de zonas desigualmente cementadas. Difíciles de compactar debido a la granulometría homogénea de sus granos. Los taludes de excavación son estables para pendientes de 30°. En esta Zona forman este grupo las formaciones (R3), (e), (DE), (DEC) y (RE).

- Grupo geotécnico GT10

Arenas de grano fino. Grupo permeable, ripable y erosionable. La capacidad de carga es media y los asentamientos oscilan de bajos a medios. Los taludes observados, los cuales plantean problemas de erosión, son estables, para alturas bajas, con pendientes subverticales. La formación (321f) constituye este grupo en la Zona 4.

- Grupo geotécnico GT11

Arenas con intercalaciones de biocalcarenitas. Son materiales permeables y ripables. La capacidad de carga es media y los asentamientos estimados bajos. Los taludes admiten pendientes pronunciadas (70°) sin signos de inestabilidad. En esta Zona 1, la formación (322a) constituye este grupo.

- Grupo geotécnico GT12

Biocalcarenitas. Materiales ampliamente utilizados como materiales de préstamo en la construcción de carreteras. Permeables y ripables por medios mecánicos convencionales. La capacidad de carga es alta, aunque para tensiones puntuales elevadas pueden surgir asentamientos, por rotura y reordenamiento de los fragmentos fosilíferos. Los taludes son estables para pendientes pronunciadas (75°-80°). Este grupo está compuesto por las formaciones (321m) y (321h) en la Zona 4.

- Grupo geotécnico GT13

Alternancia de calizas y arcillas. Conjunto excavable y con una capacidad de carga y asentamientos de tipo medio. A pesar de que la estabilidad de los taludes dependerá de la orientación del corte con respecto a la de los estratos, se han observado taludes de altura medias, estables y con inclinaciones de 45° . Cuando los buzamientos de los estratos son fuertes pueden darse fenómenos de toppling y de pandeo en los taludes. Forma este grupo, en la Zona 4, la unidad (312d).

- Grupo geotécnico GT14

Alternancia de arcillas, margas, limolitas, areniscas, biocalacarenitas y calizas. En este grupo predominan las litologías poco competentes (arcillas y margas) sobre las competentes (areniscas y calizas). El grupo (321a) presenta esporádicamente niveles de yesos. La permeabilidad del conjunto suele ser baja, donde únicamente los niveles pétreos pueden contener agua. La capacidad portante varía de baja a media y los asentamientos estimados de medios a altos. Las arcillas del grupo (321a) son expansivas y también puntualmente agresivas en los tramos donde aparecen niveles de yesos. La escorrentía superficial depende de la topografía de los afloramientos. En zonas llanas existen problemas de drenaje a causa de la poca permeabilidad del conjunto. Los taludes suelen ser inestables a partir de los 30° de pendiente; asimismo presentan signos de erosión diferencial y acarreamiento. Las formaciones (321i), (321a), (312f) y (232b), son las que componen este grupo en la Zona 4.

- Grupo geotécnico GT15

Areniscas del Aljibe con intercalaciones arcillosas. Este grupo se caracteriza por constituir las sierras más abruptas del Estudio. El drenaje es alto, tanto por escorrentía superficial como por infiltración. La ripabilidad varía desde ripable a presumiblemente no ripable. Normalmente la capacidad de carga es alta y los asentamientos nulos, aunque estos valores pueden variar desfavorablemente en los tramos poco cementados y donde se intensifique la presencia de niveles arcillosos. En zonas poco cementadas se erosionan fácilmente. Suelen originar en su base importantes masas deslizadas. La estabilidad de los taludes depende fundamentalmente del grado de fracturación y de la orientación de las discontinuidades (posible formación de bloques y cuñas) con respecto a la de los desmontes. Se han observado taludes de alturas medias, inestables y con inclinaciones de 60° a 70° ; en algunos taludes las pendientes se han tendido hasta los 30° . Este grupo se compone únicamente de la formación (321b).

- Grupo geotécnico GT16

Areniscas micáceas, areniscas silíceas y margas. Aunque la distribución de los materiales es irregular, en este grupo suelen predominar los niveles competentes, que llegan a tener potencias decamétricas, sobre los blandos. Son formaciones con un buen drenaje superficial y con una permeabilidad limitada a los niveles areniscosos. La ripabilidad varía desde marginal a no ripable en los tramos rocosos, a fácilmente ripable en los tramos margosos y arcillosos. La capacidad de carga es alta y los asentamientos nulos en las areniscas, mientras que los tramos margosos y arcillosos tienen una capacidad de carga baja a media y unos asentamientos de medios a altos. Los taludes observados precisan de bermas para su estabilidad. Forman este grupo, en la Zona 4, las formaciones (313b) y (313a).

- Grupo geotécnico GT18

Margas areno-limosas, arcillas argilíticas y margas. Conjunto erosionable, alterable y ripable. Permeabilidad baja y con un drenaje que se realiza exclusivamente por escorrentía superficial, la cual varía de media a baja. La capacidad de carga es baja y los asentamientos previsibles altos. Los taludes son inestables para pendientes de 30° y se recomienda protegerlos de la erosión. En la Zona 4, la formación (321g) representa a este grupo.

3.5.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

La zona de costa presenta problemas de índole muy diverso, debido a que en esta franja de terreno se conjugan factores y procesos de carácter marítimo y continental.

Como se ha visto en el apartado de Geomorfología, los problemas topográficos aumentan progresivamente de Chiclana hacia Algeciras, siendo realmente importantes entre Tarifa y Algeciras. En este último subtramo, cualquier vía de comunicación exigiría la ejecución sucesiva de desmontes y viaductos de importancia considerable. En cuanto a la litología, los aspectos negativos más significativos corresponden a la fracción yesífera de las arcillas con Tubotomaculum y a la presencia de materia orgánica de los sedimentos de marisma y palustres, además del carácter expansivo de éstos últimos sedimentos junto con las arcillas del grupo (321a), tanto por el desarrollo de suelos vérticos como por la presencia de montmorillonita respectivamente. El drenaje es deficiente en áreas llanas ocupadas por sedimentos arcillosos pertenecientes a los grupos (P), (321a) y (232b). Existen numerosos grupos con capacidad portante baja y asentamientos altos, entre los que se encuentran todos los cuaternarios, excepto algunos tramos de los conglomerados de las terrazas marinas, y los terciarios de composición arcillosa y margosa. En los taludes

de los desmontes los problemas más reseñables corresponden a la erosión y deslizamientos en los materiales arcillo-margosos, a los desprendimientos, caída de bloques y cuñas, en los taludes excavados en roca, y a los deslizamientos, procesos de toppling y pandeo en las series de litología alternante, dependiendo de la naturaleza de los materiales excavados. Dentro de este aspecto cabe destacar la inestabilidad manifiesta que presentan las masas deslizadas, sobre todo al pie de la sierra de la Plata; si se proyectan carreteras en zonas próximas a estos deslizamientos habría que tener en cuenta la posibilidad de taquear bloques inestables, así como la colocación de barreras dinámicas para frenar la posible caída de bloques a la calzada.

En cuanto a la influencia negativa del medio marítimo se manifiesta, principalmente, en dos aspectos: una es el oleaje, que origina numerosos desprendimientos de bloques por erosión de la base de los acantilados, y la otra son las mareas, que dan lugar en las marismas a los cambios periódicos del nivel del agua, con los problemas geotécnicos que ello conlleva.

4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

De las cuatro zonas en que se ha dividido el Tramo Chiclana de la Frontera - Los Barrios, la Zona 3 es la que plantea los problemas topográficos más importantes y generalizados.

Las sierras y montes localizados en esta Zona 3 originan barreras naturales que entorpecen y encarecen el desarrollo de futuras vías de comunicación. A pesar de que las cotas absolutas no son extremadamente elevadas (786 m es la máxima de todo el Tramo), los desniveles relativos que hay que salvar sí son acusados, ya que no hay que olvidar que el Tramo parte a nivel del mar (cota 0.0 m.).

Los accidentes topográficos más significativos, o por lo menos los más difíciles de salvar, corresponden al paso entre los montes de La Muela y de Vejer, y al subtramo último del Estudio, es decir a partir de Facinas y hasta Algeciras, donde las sierras dispuestas en sentido seudotransversal al Tramo llegan hasta la costa, siendo imposible vadearlas. La escasa vías de comunicación que existen en esta área se han emplazado aprovechando valles desarrollados entre las sierras, y que en cierto modo las comunican entre sí.

La Zona 2 plantea problemas puntuales debido a la presencia de lomas y montes de escasa altitud, y al encajamiento de red de drenaje. La ventaja de esta Zona es que la gran mayoría de los obstáculos topográfico son relativamente fáciles de sortear.

La Zona 4 plantea problemas topográficos en el enlace entre las antiplanicies y las zonas de playa, en el paso de los valles de ríos y arroyos, y, por último, atravesar las sierras del Retín, la Plata y de Enmedio.

La Zona 1 no plantea problemas de tipo topográfico, excepto los que puntualmente puedan derivarse por la presencia de los valles de los ríos y arroyos de la red de drenaje.

4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS

Los problemas geomorfológicos que presenta el Tramo de Estudio están estrechamente relacionados con la topografía del mismo, ya que ambos aspectos guardan una estrecha conexión.

A continuación se describen los problemas geomorfológicos que pueden presentarse en cada una de las Zonas en que se ha dividido el Estudio.

En la Zona 1 los problemas geomorfológicos son relativamente escasos, debido a que el relieve que presenta es suavemente alomado y las pendientes topográficas no sobrepasan el 7 %. Sin embargo, las zonas llanas sí presentan problemas de drenaje, fundamentalmente cuando el sustrato es impermeable y dan lugar a áreas proclives a encharcarse. Estas áreas corresponden a las ocupadas por materiales de composición arcillosa (arcillas con Tubotomaculum, triásicas y raña) y a la laguna de la Janda. Por último, los aluviales de los ríos están sujetos a inundaciones en épocas de crecida.

La Zona 2 muestra, dentro de su morfología alomada, una topografía muy irregular, en parte condicionada por la heterogeneidad litológica que presenta. Los problemas geomorfológicos que pueden plantearse se localizan en zonas de pendiente acusada (vertientes) y litología arcillosa o margosa, donde el bajo ángulo de rozamiento interno de estos materiales, unido al horizonte de alteración superficial que suelen presentar, pueden dar lugar, en un momento determinado, a deslizamientos, agrietamientos y reptación en las laderas.

La red de drenaje es un factor de inestabilidad en las zonas de cabecera de los arroyos, debido al alto poder erosivo de las aguas y a la incisión lineal que originan. En el curso bajo o cerca de su desembocadura, los problemas que se plantean son los típicos correspondientes a la dinámica fluvial y ya señalados en la Zona 1, es decir, a las inundaciones y cambios de curso en épocas de crecida.

La Zona 3 es la que plantea, desde el punto de vista geomorfológico, los mayores problemas del Tramo, derivados del relieve montañoso y de las fuertes pendientes topográficas que presenta. Estos dos hechos, unido al clima y a la naturaleza de los materiales,

han originado grandes masas deslizadas que se acumulan al pie de los relieves mencionados. Estos depósitos se encuentran en posición de equilibrio límite, y pueden deslizar en cuanto se modifiquen las condiciones actuales, tanto por causas naturales como por la acción del hombre (desmontes, terraplenes, etc.). Por otro lado, la alteración y meteorización de los crestones de las sierras de areniscas del Aljibe, siguen originando desplomes y caídas de grandes bloques, que quedan en las laderas en posición, algunas veces, inestable.

Los cursos de agua tienen, en esta Zona, un alto poder erosivo y de arrastre, como demuestra la presencia de conos de deyección depositados por coladas de barro.

La Zona 4 presenta distintos problemas geomorfológicos en función del tipo de costa. En la costa de acantilados los fenómenos más característicos son los numerosos desplomes que se originan por la erosión del oleaje. Este fenómeno es muy claro en la costa entre el cabo Roche y Barbate. La articulación entre los acantilados y las playas son a menudo problemáticas, debido a que el paso se realiza prácticamente sin transición y a que las pendientes topográficas son muy pronunciadas. Un claro ejemplo corresponde a la zona de Los Caños de Meca, cuyo pico, Meca, muy próximo a la costa, alcanza los 162 m de altitud.

La costa donde llegan las sierras del Retín, la Plata y de Enmedio, plantea los mismos problemas que los descritos en la Zona 3, es decir, pendientes pronunciadas, masas deslizadas y caída de grandes bloques.

Las zonas de costa llana y de playa no plantean problemas geomorfológicos, sin embargo las desembocadura de los ríos son problemáticas debido a que algunos de ellos forman marismas de gran extensión, como la del río Barbate y la Bahía de Cádiz.

Los ríos que discurren por zonas de altiplanicie y desembocan en el mar originan valles muy angostos, cuyo paso exigirá la construcción de viaductos de alturas considerables: un ejemplo típico de este tipo de valle corresponde al del río Roche.

4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

Los materiales que aparecen en el Tramo van a plantear los siguientes problemas geotécnicos:

DESLIZAMIENTOS

En los taludes excavados en el Tramo se han observado varios tipos de inestabilidades, dependiendo de la litología de los mismos.

En los materiales que predominan la proporción arcillosa y margosa, los taludes excavados son inestables, observándose numerosos deslizamientos, que en la mayoría de los casos comienzan por la capa superficial alterada.

En los taludes excavados en rocas (calizas, dolomías y areniscas), la inestabilidad proviene del deslizamiento de bloques y cuñas, delimitadas por las distintas discontinuidades de la roca.

Los materiales compuestos por sucesiones alternantes de litologías competentes e incompetentes, suelen plantear problemas de caída de bloques por descalce de los mismos, así como deslizamientos de bloques y cuñas. También pueden producirse, de manera ocasional, procesos de toppling y de pandeo de estratos.

Por último, hay que hablar de la inestabilidad latente que presentan los sedimentos constituidos por las "masas deslizadas" (C2). Estos sedimentos se hallan prácticamente en condiciones de equilibrio límite, y pueden entrar en movimiento si se varían dichas condiciones, bien por causas naturales (lluvias por ejemplo), como por la acción del hombre (desmontes, terraplenes, presas, etc.).

CAPACIDAD PORTANTE Y ASIENTOS

Los problemas de capacidad portante y de asientos aparecen en las siguientes formaciones:

- En todos los depósitos cuaternarios y pliocuaternarios, a causa de su baja compacidad. Se exceptúan los sedimentos de terrazas marinas y cordones litorales cementados.
- En los materiales compuestos mayoritariamente por arcillas, margas y margocalizas (grupos geotécnicos G14, G18 y G19), así como las intercalaciones margosas de algunos grupos de litologías alternantes (313a y 313b). A la baja resistencia de estos materiales se añade, además, los horizontes alterados que normalmente presentan.

NATURALEZA LITOLÓGICA

Los problemas derivados de la composición litológica se centran en los yesos existentes en las formaciones arcillosas triásicas (213a) y terciarias (321a), presencia de montmorillonita en las arcillas terciarias (321a) últimas mencionadas y en la gran cantidad de materia orgánica que contienen los depósitos de marisma (M), nivel marino (r1), lacustre (L) y palustre (P).

EROSIÓN

Los taludes con signos de erosión, y que se recomienda protegerlos de la mismas, son todos aquellos excavados en materiales que tengan un comportamiento de suelo o de rocas blandas, y que en líneas generales corresponden a las formaciones pertenecientes a los grupos geotécnicos GT14, GT18 y GT21.

RIPABILIDAD

Aunque en el tramo no se han observado "cañas" de voladura en los taludes excavados, se considera que pueden presentar puntualmente problemas de excavación las areniscas de los grupos (321b), (313a) y (313b), así como las calizas y dolomías triásicas y jurásicas.

NIVEL FREÁTICO

Los niveles freáticos a escasa profundidad se localizan en los aluviales de los ríos, y en la base de materiales granulares (terrazas), en este último caso siempre y cuando el sustrato lo constituyan materiales impermeables.

INUNDABILIDAD

Las zonas con problemas de inundación corresponden a las marismas y a aluviales en épocas de avenida.

EXPANSIVIDAD

Dos son los tipos de materiales que plantean problemas de expansividad: las arcillas del grupo (321a), debido a la presencia de montmorillonita en su composición, y los depósitos cuaternarios palustres (P), por el carácter vértico de sus suelos.

4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

Una vez analizadas las características topográficas, geomorfológicas y geotécnicas del Tramo, y teniendo en cuenta el trazado de las carreteras actuales y la distribución de las poblaciones dentro del mismo, se llega a la consideración de una serie de corredores que enlazan los sectores de Chiclana de la Frontera y Los Barrios.

Se ha considerado un corredor principal ("Corredor 1"), que coincide en su totalidad con el trazado de la actual carretera N-340, a partir del cual salen ramales y variantes, que en algunos casos mejoran y acortan la carretera actual. El "Corredor 1" tiene su inicio al

Norte de Chiclana, en el origen de la N-340, la cual parte de la autovía N-IV; evidentemente, la conexión del Tramo hacia el Norte y hacia el Oeste (Cádiz) se realiza a través de dicha autovía. Este corredor sigue la N-340 hasta unos dos kilómetros al norte de Chiclana (en este subtramo ya desdoblada), donde se desvía hacia el SE para aprovechar la variante de Chiclana, ya en funcionamiento, y retornar al trazado de la N-340 unos dos kilómetros al Sur de dicha localidad. A partir de aquí el trazado básico considerado es el mismo de la N-340, incluyendo la variante de La Muela, hasta enlazar en Algeciras con la N-340 ya desdoblada. En este corredor se plantean problemas topográficos puntuales en los pasos de los valles de los ríos Iro, Salado y Barbate. En éste último punto el desdoblamiento de la carretera actual exigiría desmontes de grandes alturas en biocalcarenitas.

El tramo entre Tarifa y Algeciras plantea problemas topográficos y geotécnicos serios, donde un desdoblamiento de la carretera actual exigirá la realización de desmontes, terraplenes y viaductos de gran altura. En este último tramo se deberá tener especial cuidado en el diseño de los desmontes para evitar posibles deslizamientos, sobre todo en los subtramos que discurran sobre los materiales blandos de los grupos (321i) y (232b), y de las masas deslizadas del grupo (C2).

Las variantes u opciones que se plantean al trazado básico son las siguientes:

La opción V-1a parte de la variante de Chiclana y toma una dirección SE hacia el paraje de Las Lagunetas; a partir de aquí gira en sentido Sur hasta enlazar con la carretera N-340 antes de comenzar el descenso al valle del río Salado. Esta variante no plantea problemas topográficos dignos de mención.

La variante V-1b parte de la anteriormente mencionada y se prolonga hacia el SE hasta bajar al valle del río Salado, y una vez cruzado el río enlazar con la N-340 a la altura de la variante de La Muela. Este corredor plantea problemas topográficos en el descenso de la altiplanicie (cota 80 m) hasta el aluvial del río Salado (cota 10 m), así como el paso de pequeñas lomas triásicas en el margen izquierdo de dicho río. El primer descenso mencionado puede paliarse aprovechando el valle del arroyo Jandilla, que discurre entre montes de areniscas del Aljibe.

La tercera variante contemplada es la V-1c, que parte de la variante V-1b una vez cruzado el río Salado. Esta variante gira en sentido NE y bordea los montes de La Muela y Nájara, para seguidamente dirigirse hacia el SE, y una vez pasado el paraje Las Lomas, cruzar la depresión de la laguna de la Janda y enlazar con la N-340 a la altura de Tahivilla. Los problemas topográficos que se plantean corresponden a las lomas que bordean el margen izquierdo del río Salado. Por otro lado, atravesar la laguna de la Janda plantea problemas de asentamientos, presencia de materia orgánica en los terrenos, posibilidad de extensas áreas encharcadas y la necesidad de gran aporte de materiales de préstamo para

la construcción de los terraplenes, por donde deberá discurrir la calzada. Asimismo, gran parte de dicha laguna corresponde a una Explotación Agrícola Experimental, con los consiguientes problemas de permisos y expropiaciones que ello plantea.

El paso del río Barbate, en el sector denominado Barca de Vejer, para salvar el cañón por donde discurre el trazado actual, se propone una pequeña variante (V-1d), desplazada un kilómetro hacia el Norte, y aprovechar nuevamente el valle abierto por el río Barbate.

A partir de Facinas y hasta Algeciras no se han propuesto alternativas al trazado básico, a pesar de que, como se observa en el mapa, estos dos municipios se hallan situados prácticamente en el mismo paralelo, y la carretera actual baja hasta la costa. Esto es debido a que cualquier trazado sugerido en sentido W-E, tendría que atravesar importantes sierras montañosas, las cuales configuran el terreno más accidentado de todo el tramo, con los consiguientes problemas topográficos que ello acarrea (altos desmontes y terraplenes, viaductos, túneles, etc.). Se podría intentar buscar paso a aprovechando valles interiores, pero esto supondría que gran parte de la calzada se apoyaría sobre las masas deslizadas depositadas a media ladera, con los problemas geotécnicos que ello supone, fundamentalmente de estabilidad de las laderas y caída de bloques. Por último, otro problema añadido corresponde a que un hipotético corredor que siguiera este trazado atravesaría parte del Parque Natural de los Alcornocales, de alto valor ecológico. Debido a las razones esgrimidas, creemos que un trazado de esta naturaleza requiere un análisis detallado y profundo, que cae fuera del ámbito de un Estudio Previo de Terrenos.

Los demás corredores sugeridos corresponden a aquellos que enlazan el Tramo con otros sectores o con poblaciones importantes dentro del mismo.

El enlace de este corredor con los sectores situados hacia el NE se pueden realizar a través de varios corredores, entre los que destacamos: "Corredor-2", que sigue el trazado de la carretera comarcal C-346 y que se dirige a Medina-Sidonia; este trazado plantea problemas geotécnicos correspondientes a los derivados de los arcillas y yesos triásicos, ya que gran parte del mismo discurre por ellos. El "Corredor-3", que aprovecha el trazado de la C-343, aunque el paso del Puerto de Medina plantea problemas topográficos. Este último puede evitarse si se sigue el "Corredor 4", el cual antes de llegar a dicho puerto gira en sentido E y sigue el trazado de una carretera local que se dirige a la pedanía de Santo Tomás de Villanueva (más conocido como Cantarranas).

Hacia el Sur los corredores sugeridos son aquellos que enlazan el trazado básico con las poblaciones de la costa. El "Corredor-5" parte de Chiclana y se dirige a Sancti Petri, el "Corredor-6" enlaza Conil de la Frontera y , por último, el "Corredor-7" tiene un recorrido

cerrado y enlaza Vejer de la Frontera, Barbate de Franco y Zahara de los Atunes. Este corredor plantea problemas en Zahara de los Atunes, por la proximidad de la Sierra del Retín, que exigirá la ejecución de desmontes importantes en las areniscas del Aljibe, planteándose problemas de ripabilidad y estabilidad de taludes en roca.

De lo anteriormente expuesto, se deduce que desde el inicio del Tramo hasta Facinas, los condicionantes topográficos son puntuales, de tal modo que no limitan el trazado a una sola alternativa, sin embargo, a partir de Facinas y hasta el final del mismo, el trazado está enteramente condicionado y limitado la topografía y a los problemas geotécnicos específicos de esta zona, de tal modo que el corredor sugerido queda restringido al que ocupa en la actualidad la carretera N-340.

Los siete corredores sugeridos (numerados del 1 al 7), así como las distintas variantes (numeradas de la V-1a a la V-1d), se muestran en la Figura 4.1.

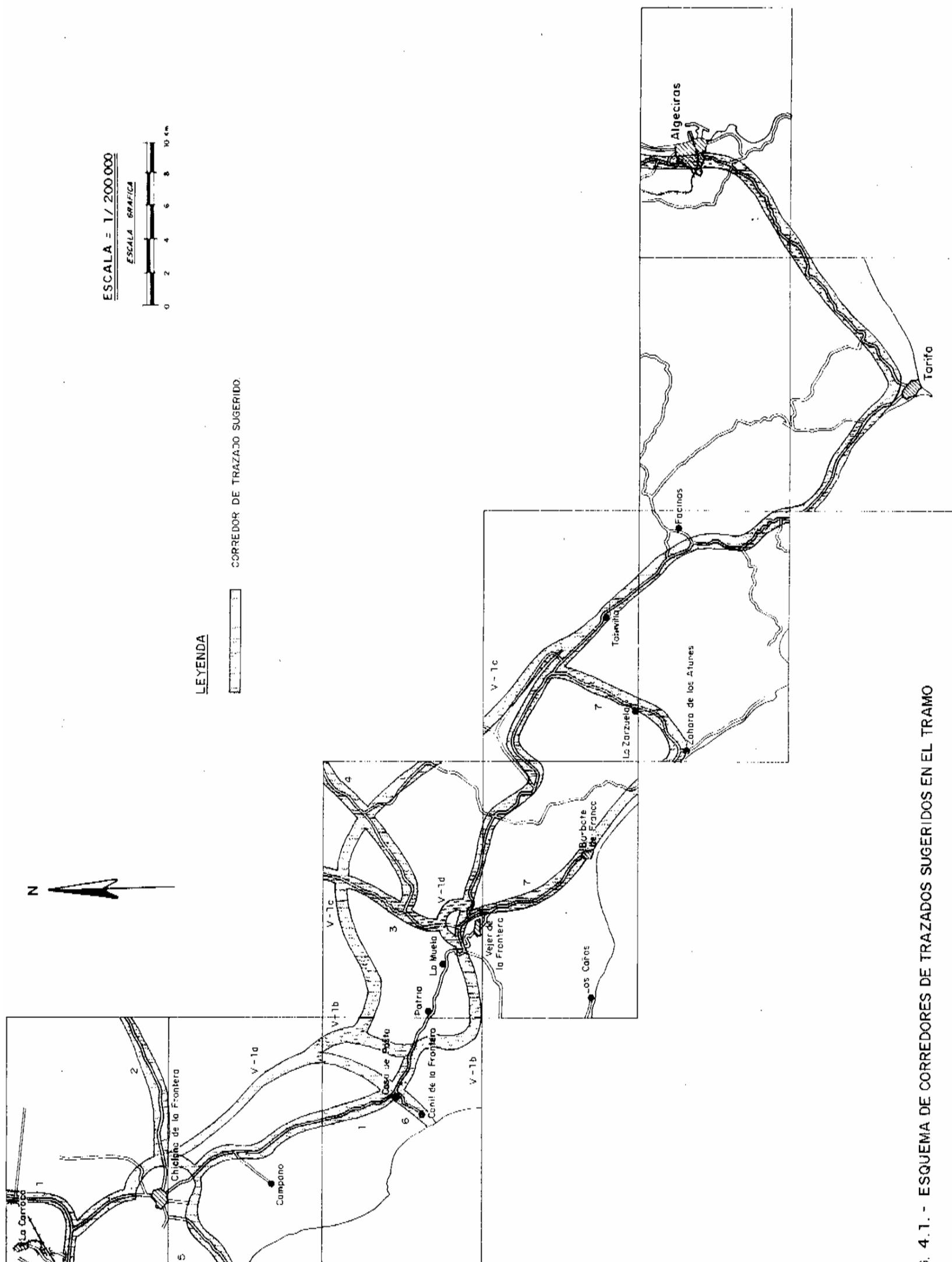


FIG. 4.1. - ESQUEMA DE CORREDORES DE TRAZADOS SUGERIDOS EN EL TRAMO

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

5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS

5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

A pesar de que en este Estudio Previo de Terrenos no se hace un análisis detallado, ya que desborda el ámbito del mismo, de los yacimientos de roca y granulares para su utilización en obras de carreteras, se ha considerado conveniente dar una visión breve y resumida de los yacimientos y canteras existentes en el Tramo.

5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS

Los materiales rocosos que se han utilizado en el Tramo para obras de carreteras son los siguientes:

Las dolomías triásicas (213b) y las calizas y dolomías jurásicas (221) son los únicos grupos utilizados para áridos de machaqueos en la construcción de las carreteras del Tramo.

Los demás grupos calcáreos no se han explotado, excepto el grupo (311a), debido a que los afloramientos presentan dimensiones reducidas, accesibilidad difícil o alternancias de litología (margas) no aptas para su aprovechamiento.

Las areniscas del Aljibe se han explotado en el Tramo con fines ornamentales, a pesar de que el ensayo realizado, que a continuación se adjunta, ha permitido clasificar a estos materiales como suelos seleccionados. Las canteras abiertas en este grupo se localizan en las proximidades de Algeciras. También se han utilizado con estos fines ornamentales los niveles de calizas del grupo (312d).

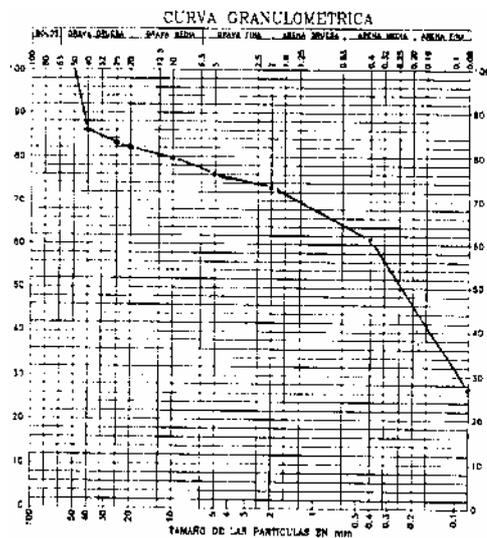
Las ofitas tienen una extensión tan reducida que no es aconsejable su explotación, a pesar de ser una roca muy apreciada por su utilización en las capas de rodaduras del firme de las carreteras. Las Figuras de 5.1 a 5.3 muestran distintos aspectos de explotaciones de materiales rocosos.

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

ENSAYO DE LAS ARENISCAS DEL ALJIBE (321b)

Granulometría	
Tamices ASTM	% Pasa
50	100.0
40	86.0
25	83.0
20	82.0
10	79.0
5	76.0
2	73
0.4	61
0.08	27

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



LÍMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: -
 Límite plástico: -
 Índice de plasticidad: N.P.

PRÓCTOR NORMAL

Densidad máxima (t/m^3): 1.91
 Humedad óptima (%): 9.4

C.B.R.: 22.1

CLASIFICACIÓN

USCM: GM
 H.R.B.: A-1-b
 A-2-4 (0)
 PG-4/88: Suelo adecuado

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



Figura 5.1. Canteras abandonadas de El Berrueco, donde se explotaban las calizas y dolomías jurásicas del grupo (221).

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



Figura 5.2. Explotación abandonada de dolomías triásicas, del grupo (213b), situada al NE del cerro El Berrueco.



Figura 5.3. Canteras activa de calizas y dolomías del grupo (221), situada en el P.K.102,400 de la CN-340, en Algeciras.

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

5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

En el Tramo se han explotado una serie de materiales granulares pertenecientes a las formaciones pliocenas y cuaternarias, que corresponden a los grupos (322a), (322d), (TR1) y (EDC). La formación más interesante corresponde a las arenas amarillas con biocalcarenitas, grupo (322a), tanto por la extensión como por la potencia de sus afloramientos (Figuras 5.4 a 5.6). Los ensayos consultados, que se adjuntan a continuación, muestran que estos materiales constituyen desde suelos tolerables a suelos seleccionados.

En cuanto a las terrazas marinas, solamente se ha inventariado una gravera, situada junto a las ruinas de Baelo Claudia, en Bolonia. Estos depósitos tienen dos inconvenientes: el primero es que la gran cementación que presentan dificultan enormemente su extracción y posterior tratamiento, y el segundo se debe a la acumulaciones importantes, aunque puntuales, de fragmentos de conchas.

En la zona de dunas cementadas situada al Oeste de Barbate, existen areneros abandonados, que posiblemente se utilizaban para la fabricación de hormigones.

Las arenas verdes con ostreidos del grupo (322d), al igual que las terrazas marinas, solamente presentan un punto de explotación, en parte debido a la escasa representación que tienen en el Tramo.

Otros materiales con posibilidades de ser aprovechados, aunque por su reducido espesor o extensión no son aconsejables para su explotación a gran escala, son:

- Terrazas fluviales (ta)

Los sedimentos más importantes se localizan en el valle del arroyo Almodóvar. Este emplazamiento presenta el inconveniente de que parte de ellos se hallan dentro del Parque Natural de los Alcornocales.

- Aluviales gruesos (a2)

Para su aprovechamiento habrá que retirar los bolos mayores de 15 cm.

- Alternancia de biocalcarenitas y arenas, (321k)

- Arenas finas amarillentas (321f)

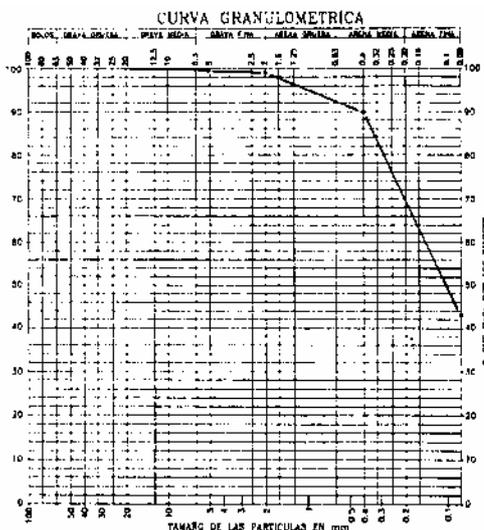
Son materiales poco extensos y de difícil explotación

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

ENSAYO DE LAS ARENAS AMARILLAS CON BIOCALCARENITAS, (322^a)

Granulometría	
Tamices ASTM	% Pasa
3/4 "	100.0
Nº 4	99.4
Nº 10	97.1
Nº 40	90.0
Nº 200	42.9

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



LÍMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: -
 Límite plástico: -
 Índice de plasticidad: N.P.

PRÓCTOR NORMAL

Densidad máxima (t/m³): 1.847
 Humedad óptima (%): 12.9

C.B.R.: 10.8

CLASIFICACIÓN

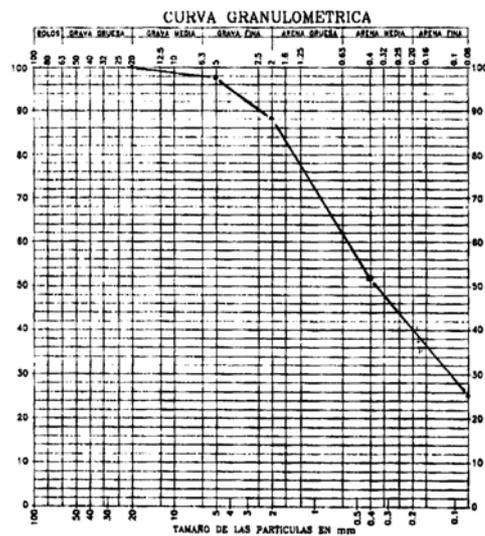
USCM: SM
 H.R.B.: A-4
 PG-4/88: Suelo tolerable

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

ENSAYO DE LAS ARENAS AMARILLAS CON BIOCALCARENITAS, (322^a)

Granulometría	
Tamices ASTM	% Pasa
3/4 "	100.0
Nº 4	97.7
Nº 10	88.5
Nº 40	52.7
Nº 200	25.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



LÍMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: -
 Límite plástico: -
 Índice de plasticidad: N.P.

PRÓCTOR NORMAL

Densidad máxima (t/m³): 1.899
 Humedad óptima (%): 12.2

C.B.R.: 16.0

CLASIFICACIÓN

USCM: SM
 H.R.B.: A-2-4
 PG-4/88: Suelo seleccionado

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



Figura 5.4. Explotación abandonada de las arenas amarillas con intercalaciones de biocalcarenitas, grupo (322a), situada al N de Chiclana, en el valle del arroyo Guerra.



Figura 5.5. Explotación abandonada del grupo (322a), en el valle del río Barbate, al SW de Jandilla.

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



Figura 5.6. Explotación activa de las arenas del grupo (322a), situada al E de Vejer, en las inmediaciones de la marisma del río Barbate.

5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

Para terraplenes y pedraplenes podrán utilizarse los materiales expuestos anteriormente, excepto las arenas de dunas, debido a su prácticamente imposible compactación.

A estos hay que añadir las biocalcarenitas del grupo (321m), que corresponden a los áridos naturales más aprovechados en el área de estudio. Presentan buenas características de drenaje para su utilización en rellenos y subbases de carreteras, debido a que son materiales detríticos, porosos y permeables; por otro lado, tienen la ventaja de que no necesitan el uso de explosivos para su excavación (Figura 5.7 a 5.9). Como posibles yacimientos canterables se consideran los grupos litológicos (321j) y (321h).

Para pedraplenes se podrán aprovechar, además, los procedentes de las excavaciones de los grupos pétreos calcáreos (223), (321l), (321c) y (311c), las ofitas y los tramos potentes de areniscas de los grupos (313a), (313b) y (231b).

Los materiales plio-cuaternarios pueden utilizarse para terraplenes, controlando el tamaño de los bolos y la plasticidad de la matriz.

En cuanto a los sedimentos cuaternarios, a excepción de los ya mencionados, no podrán utilizarse en terraplenes por constituir la mayoría suelos inadecuados, tanto por su plasticidad como la gran cantidad de finos que contienen.

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

Tampoco son aptos para terraplenes las formaciones de composición mayoritariamente arcillosa y margosa, que son aquellas que integran los grupos geotécnicos GT-14 y GT-18.

Como materiales de préstamos podrán utilizarse los procedentes de las excavaciones de los demás grupos constituidos por litologías alternantes (flysch, etc.) y rocas blandas (margocalizas, etc.), siempre y cuando cumplan las condiciones exigidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras (PG-4/88).

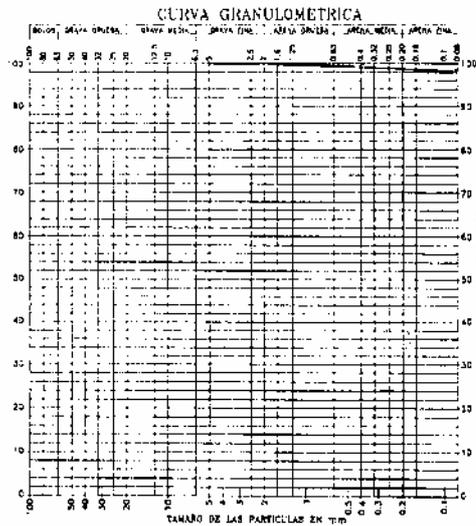
A continuación se muestran algunos ensayos realizados en los materiales del Tramo.

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL ALUVIAL FINO, (A1)

Granulometría	
Tamices ASTM	% Pasa
Nº 4	100.0
Nº 10	99.9
Nº 40	99.4
Nº 200	98.6

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



LÍMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: 44.6
 Límite plástico: 24.4
 Índice de plasticidad: 20.2

Materia orgánica (%) 1.298

Sulfatos (%) 0.084

CLASIFICACIÓN

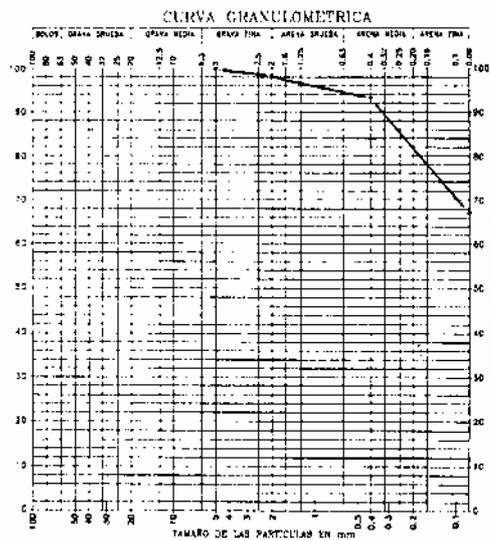
USCM: CL
 H.R.B.: A-7-6
 PG-4/88: Suelo inadecuado

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

ENSAYO DE LOS MATERIALES DEL ALUVIO-COLUVIAL, (ac)

Granulometría	
Tamices ASTM	% Pasa
Nº 4	100.0
Nº 10	98.5
Nº 40	93.2
Nº 200	67.6

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



LÍMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: 45.9
 Límite plástico: 15.8
 Índice de plasticidad: 30.1

Materia orgánica (%) 2.067

CLASIFICACIÓN

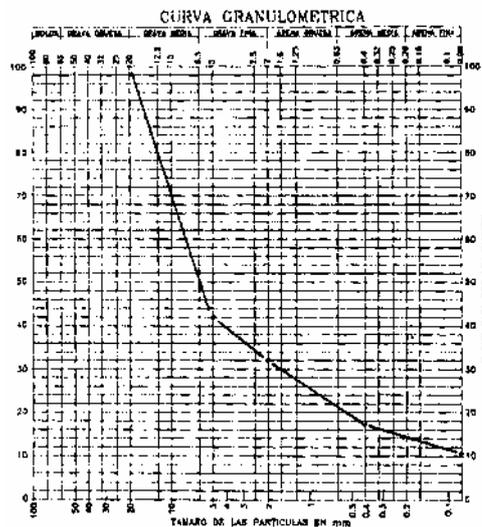
USCM: CL
 H.R.B.: A-7-6
 PG-4/88: Suelo inadecuado

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

**ENSAYO DE LAS BIOCALCARENITAS DEL GRUPO (321 m),
CANTERA LOS GUIJOS (ALGECIRAS)**

Granulometría	
Tamices ASTM	% Pasa
3/4 "	100.0
Nº 4	42.0
Nº 10	32.4
Nº 40	17.7
Nº 200	10.3

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



LÍMITES DE ATTERBERG

Límite líquido: 22
 Límite plástico: 17
 Índice de plasticidad: 5

Equivalente de arena (%) 23

CLASIFICACIÓN

USCM: GC-GM-GP
 H.R.B.: A-1-A (0)
 PG-4/88: -

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



Figura 5.7. Explotación activa de biocalcarenitas del grupo (321m), frente a la Ermita de la Oliva.



Figura 5.8. Explotación activa de biocalcarenitas, en las inmediaciones de una carretera local de Algeciras a Los Barrios

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



Figura 5.9. Explotación abandonada de biocalcarenitas, del grupo (321m), en el P.K.41 de la CN-340.

5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE

Con vistas al emplazamiento de nuevas explotaciones o a la puesta en marcha de las ya existentes, se recomienda estudiar con más detalle los yacimientos indicados en la Figura 5.10. Asimismo, se adjunta un Cuadro Resumen con las características más sobresalientes de los yacimientos mencionados.

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

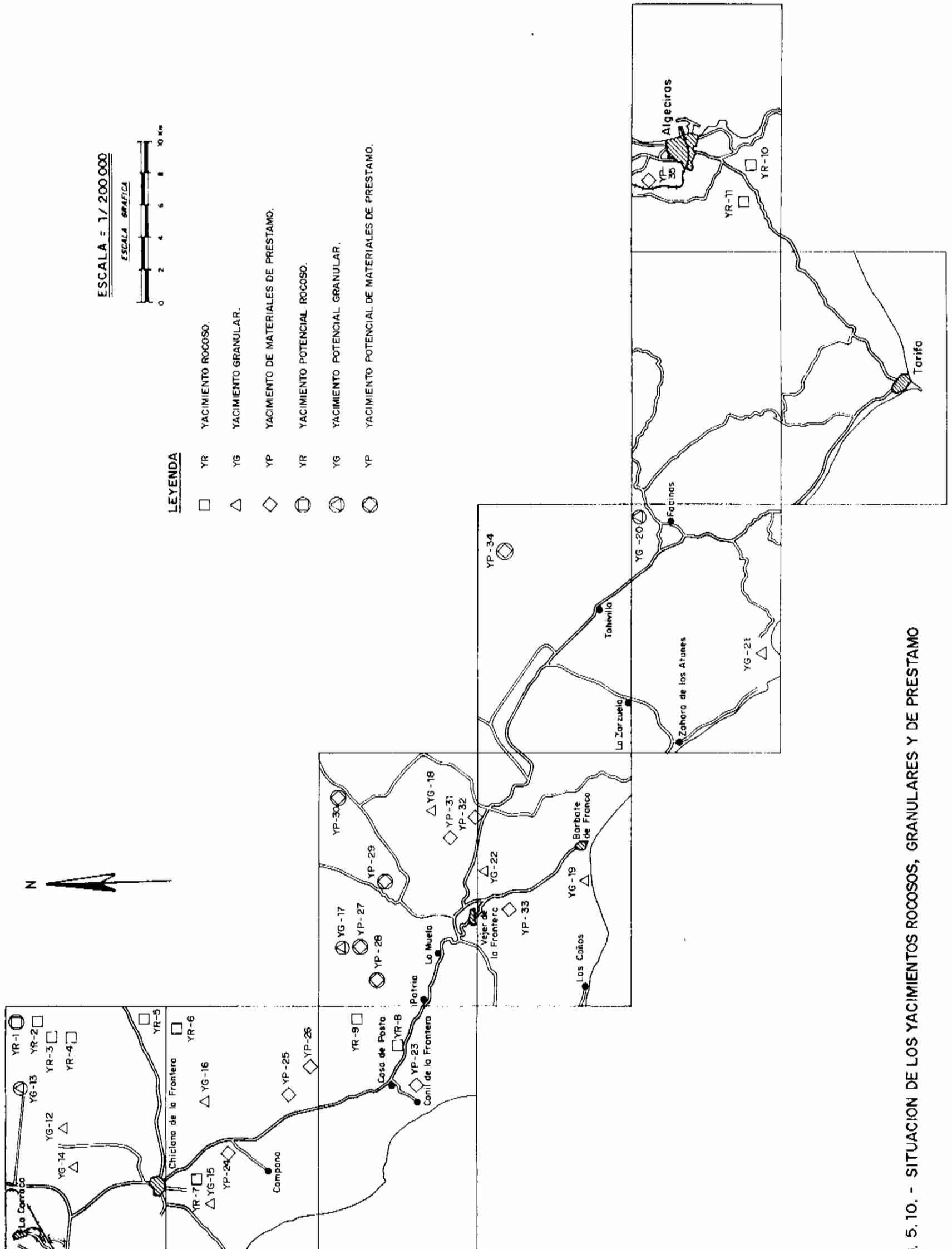


FIG. 5.10. - SITUACION DE LOS YACIMIENTOS ROCOSOS, GRANULARES Y DE PRESTAMO

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

YACIMIENTO	COORDENADAS UTM		GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS	ESTADO ACUTAL DE LA EXPLOTACIÓN
	X	Y				
YR-1(*)	7 _{65,3}	40 _{41,5}	221	Calizas, dolomías y margas	Pistas hacia el cerro Calerone de Barcia, al N de Chicliana	
YR-2	7 _{66,3}	40 _{40,2}	213b	Dolomías	Camino desde la cantera el Berrueco	Abandonada
YR-3	7 _{65,6}	40 _{39,2}	213b	Dolomías	Pista desde la cantera el Berrueco	Abandonada
YR-4	7 _{65,5}	40 _{38,2}	213b	Dolomías	Ctra. acondicionada desde el P.K. 11 de la CC-346	Abandonada
YR-5	7 ₆₆	40 _{36,1}	213b	Dolomías	Ctra. C-346. P.K. 10,5	Abandonada
YR-6	7 _{65,2}	40 _{34,6}	213b	Dolomías	Camino desde el P.K. 10,3 de la CC-346 al Cortijo el Corbacho	Abandonada
YR-7	7 ₅₆	40 ₃₃	311a	Calizas y margas	Inmediaciones de Chicliana	Abandonada
YR-8	7 _{65,2}	40 ₂₀	213b	Dolomías	CN-340. P.K. 24,8	Abandonada
YR-9	7 _{67,2}	40 _{21,5}	213b	Dolomías	Pista que parte desde el P.K. 24,8	Abandonada
YR-10	2 _{78,5}	39 _{98,6}	221	Calizas, dolomías y margas	CN-340. P.K. 102,4	Activa
YR-11	2 ₇₇	39 _{98,3}	321b	Areniscas del Aljibe	Ctra. Local desde P.K. 101 de la CN-340	Abandonada

Los yacimientos reseñados con (*) se recomienda estudiar con mas detalle por su interés potencial.

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

RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES Y DE MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

YACIMIENTO	COORDENADAS UTM		GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS	ESTADO ACUTAL DE LA EXPLOTACIÓN
	X	Y				
YG-12	7 _{59,3}	40 _{41,5}	322a	Arenas amarillas y biocalcareni- tas	Ctra. Local y pistas al N de Chiclana. Cerro de los Caracoles	Abandonada
YG-13(*)	7 ₆₂	40 ₄₃	ta	Gravas con matriz limo-arenosa	Pista asfaltada a los Llanos de Guerra	
YG-14	7 ₅₇	40 _{39,1}	322a	Arenas amarillas y biocalcareni- tas	Al N de Chiclana, por camino de tierra	Abandonada
YG-15	7 _{55,5}	40 _{30,4}	322a	Arenas amarillas y biocalcareni- tas	Pistas desde Chiclana hacia el W del paraje Espartosa	Abandonada
YG-16	7 _{63,5}	40 _{32,6}	322d	Arenas verdes fosilíferas	Camino al Cortijo La Mesa, desde el P.K. 7 de la CC-346	Abandonada
YG-17(*)	2 _{31,5}	40 _{22,5}	321k	Biocalcarenitas y arenas	Pista de acceso a La Muela	
YG-18	2 _{38,7}	40 ₁₈	322a	Arenas amarillas y biocalcareni- tas	Próximo al camino de Jandilla	Abandonada
YG-19	2 _{34,2}	40 _{9,8}	EDC	Arenas cementadas	Ctra. de Barbate a Los Caños	Abandonada
YG-20(*)	2 ₅₈	40 ₀₅	ta	Gravas con matriz limo-arenosa	Ctra. Local de Facinas a Los Barrios. Parte del yacimiento está en el PN Los Alcornocales	

Los yacimientos reseñados con (*) se recomienda estudiar con mas detalle por su interés potencial.

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

YACIMIENTO	COORDENADAS UTM		GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS	ESTADO ACUTAL DE LA EXPLOTACIÓN
	X	Y				
YG-21	2 _{49,4}	39 ₉₈	TR1	Gravas y conchas cementadas	Pista asfaltada del Lentiscar a la Urbanización Atlanterra	Abandonada
YG-22	2 _{36,5}	40 _{14,6}	322a	Arenas amarillas y biocalcarenititas	Pista desde el P.K. 39,500 de la CN-340	Activa
YP-23	7 _{62,2}	40 _{18,8}	321m	Biocalcarenititas	Conil de la Frontera	Abandonada
YP-24	7 _{56,8}	40 ₃₀	321m	Biocalcarenititas	Caminos y pistas desde Chiclana al cerro Espartosa	Activa
YP-25	7 _{63,5}	40 _{26,9}	321m	Biocalcarenititas	Ctra. Local de Chiclana al paraje Las Lagunetas	Abandonada
YP-26	7 _{64,5}	40 _{26,5}	321m	Biocalcarenititas	Ctra. Local y pistas de Chiclana al puerto del Hierro. P.K. 24,8 de la CN-340	Activa
YP-27(*)	2 _{31,5}	40 _{21,9}	321m	Biocalcarenititas	Pistas de acceso a La Muela	
YP-28(*)	2 _{67,9}	40 _{21,5}	321j	Biocalcarenititas	Camino desde La Muela	
YP-29(*)	2 _{35,1}	40 _{21,5}	321h	Biocalcarenititas	CC-343. Puerto de Medina	
YP-30(*)	2 ₄₁	40 ₂₃	321m	Biocalcarenititas	Cantarranas. Ctra. Local de CN-340 a Benalup	
YP-31	2 _{38,4}	40 ₁₇	321m	Biocalcarenititas	Camino desde el P.K. 41 de la CN-340	Abandonada
YP-32	2 _{39,2}	40 _{15,5}	321 m	Biocalcarenititas	CN-340. P.K. 41	Abandonada
YP-33	2 _{34,4}	40 ₁₃	321 m	Biocalcarenititas	Pista desde la CC-343, frente a Ermita de la Oliva	Activa
YP-34(*)	2 _{54,5}	40 _{11,15}	321 m	Biocalcarenititas	Pista al cortijo Las Habas	
YP-35	2 _{78,5}	40 ₀₄	321 m	Biocalcarenititas	Ctra. Local de Algeciras a Los Barrios	Activa

Los yacimientos reseñados con (*) se recomienda estudiar con mas detalle por su intererés potencial.

6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

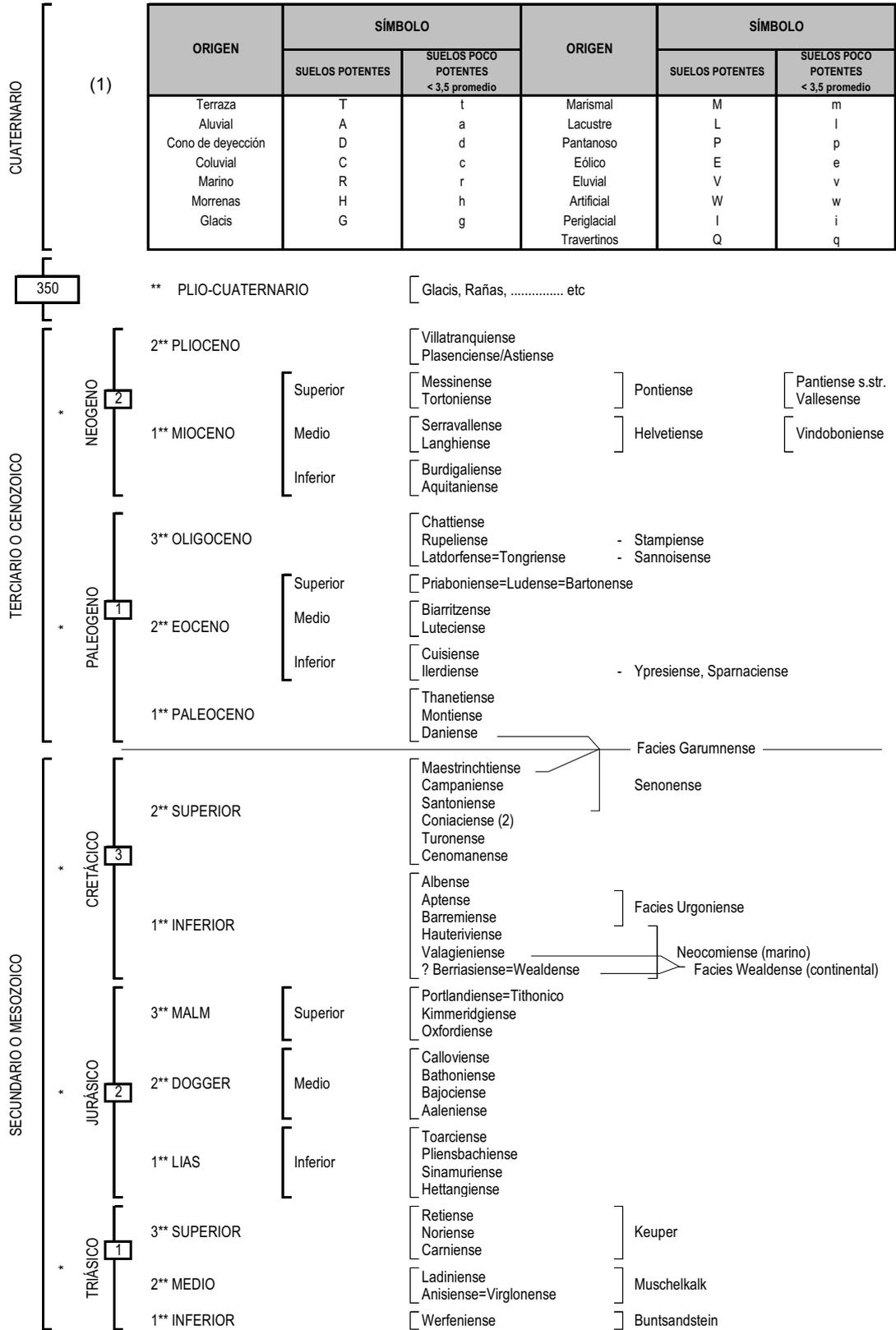
- CORRALES, I. y col. (1977).- Estratigrafía.
- FERNANDEZ-LUANCO, M.C. (1971).- Sedimentología de las Unidades del sector meridional del Campo de Gibraltar (Provincia de Cádiz). I. Congr. Hisp. Luso-Amer. Geol. Econom. Secc. 1 (Geol) 1, pp 171-182.
- GUTIERREZ ELORZA, M. y col. (1994).- Geomorfología de España.
- I.G.M.E. (1974).- Mapa geotécnico de España a escala 1:200.000. Hoja n 87. Algeciras.
- I.G.M.E. (1975).- Mapa geotécnico de España a escala 1:200.000. Hoja n 87. Cádiz.
- I.T.G.E. (1994).- Mapa geológico de España a escala 1:200.000. Hoja n 87. Algeciras.
- I.T.G.E. (1990).- Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 2 Serie. Hoja n 1069. Chiclana de la Frontera.
- I.T.G.E. (En edición).- Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 2 Serie. Hoja n 1078. La Línea.
- I.T.G.E. (1990).- Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 2 Serie. Hoja n 1074. Tahivilla.
- I.T.G.E. (1990).- Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 2 Serie. Hoja n 1077. Tarifa.
- I.T.G.E. (1990).- Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 2 Serie. Hoja n 1073/1076. Vejer de la Frontera.
- JUBILAR, J.M. RIOS, (1983).- Geología de España. Tomo II.
- MARTINEZ DIAZ, (C). (1973).- Corte de Vejer de la Frontera. XIII Coloquio Europeo Micropal. España, E.N.A.D.I.M.S.A. pp 271-273.

- PENDON, J.G. (1976).- Rasgos sedimentológicos de las areniscas en las Unidades de Algeciras y del Aljibe (Campo de Gibraltar). Cuadernos Geol. 5 pp 101-115.
- PENDON, J.G. (1978).- Sedimentación turbidítica en las Unidades del Campo de Gibraltar. Secre. Publi. Univ. Granada pp 249).
- PITA CARPENTER, A. (1968).- Clima y vegetación arbórea. Servicio Meteorológico Nacional.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras (PG-4/88).
- ZAZO, C. (1980).- El Cuaternario marino continental y el límite Plio-Pleistoceno en el litoral de Cádiz. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- ZAZO, C. y OVEJERO, G. (1976).- Niveles marinos cuaternarios en el litoral de la provincia de Cádiz, Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario. 5. pp 141-145.

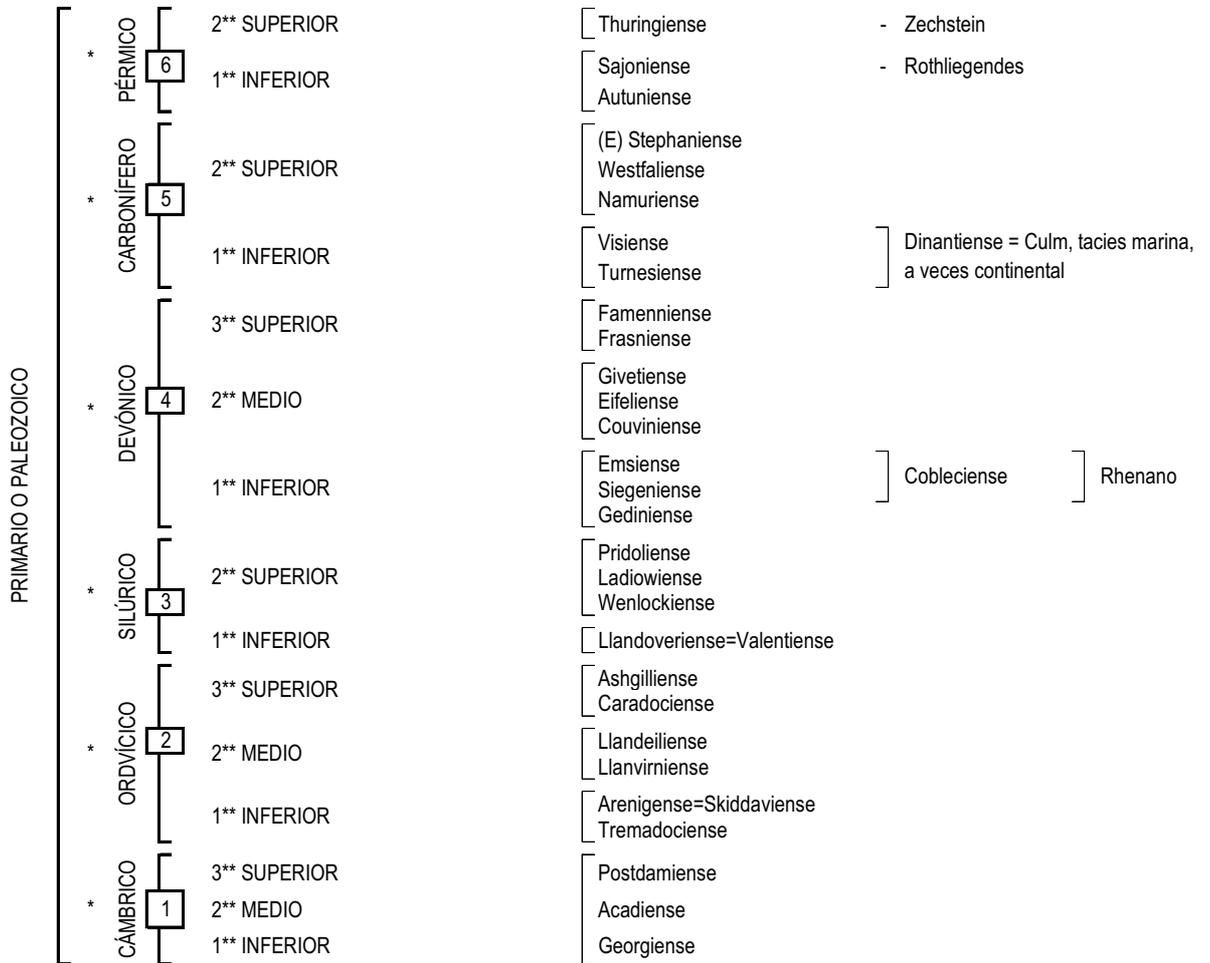
7. ANEJOS

7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA



COLUMNA ESTRATIGRÁFICA



PRECÁMBRICO 010 **

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

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

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

* Los grupos litológicos indeterminados estratigráficamente se denominarán con la primera cifra correspondiente a la era añadiendo dos ceros como signo de indeterminación para el período y época.

En caso de indeterminación de la época, se denominarán los grupos litológicos con las cifras correspondientes a la era y período añadiendo un cero como signo de indeterminación.

** Cuando existan varios grupos litológicos dentro de la misma época, se denominarán con el número estratigráfico correspondiente, al que se agregará la letra (a, b, c ... etc) para diferenciarlos entre sí.

7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS

7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS

Introducción

Con objeto de precisar, en lo posible, el contenido de las descripciones geotécnicas de los materiales del Tramo, se indican a continuación los criterios utilizados en la exposición de las características del terreno, tales como ripabilidad, estabilidad de taludes, capacidad portante y niveles freáticos.

Para evaluar las características geotécnicas sólo se ha dispuesto de las observaciones de campo (datos sobre taludes naturales y desmontes, comportamiento geotécnico de los mismos, escorrentía de las aguas superficiales, permeabilidad de las formaciones, observaciones sobre el estado de los firmes de las carreteras existentes en la zona, alterabilidad y erosionabilidad de los materiales, etc.), así como algunos ensayos obtenidos en diversos informes realizados a lo largo del Tramo y sus alrededores. Por tanto sólo se puede dar una valoración cualitativa de dichas características.

Ripabilidad

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

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

Capacidad portante

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

- a) Capacidad portante alta o elevada es la que corresponde a una formación constituida por materiales compactos y preconsolidados, o bien a formaciones rocosas estables y resistentes, de excelentes características como cimiento de un firme de una carretera o de una obra de fábrica.
- b) Capacidad portante media es la de aquellas formaciones constituidas por materiales compactos y preconsolidados, que tienen sus capas superficiales algo alteradas y que, por tanto, determinan un suelo en el que la aplicación de cargas moderadas superficiales (2-3 kg/cm²) produce asentamientos tolerables en las obras de fábrica. En este caso, la estabilidad del material considerado como explanada del firme es suficiente en general, sin que sea necesaria la mejora del suelo.
- c) Capacidad portante baja es la correspondiente a materiales de suelos desagregados en los que la aplicación de cargas moderadas produce asentamientos inadmisibles para las obras de fábrica con cimentación superficial. La ejecución de firmes en este tipo de materiales requerirá fuertes espesores estructurales, colocación de explanadas mejoradas, retirada de suelos plásticos si son poco potentes o cimentación de las obras de fábrica en la formación subyacente.

Estabilidad de taludes

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

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

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

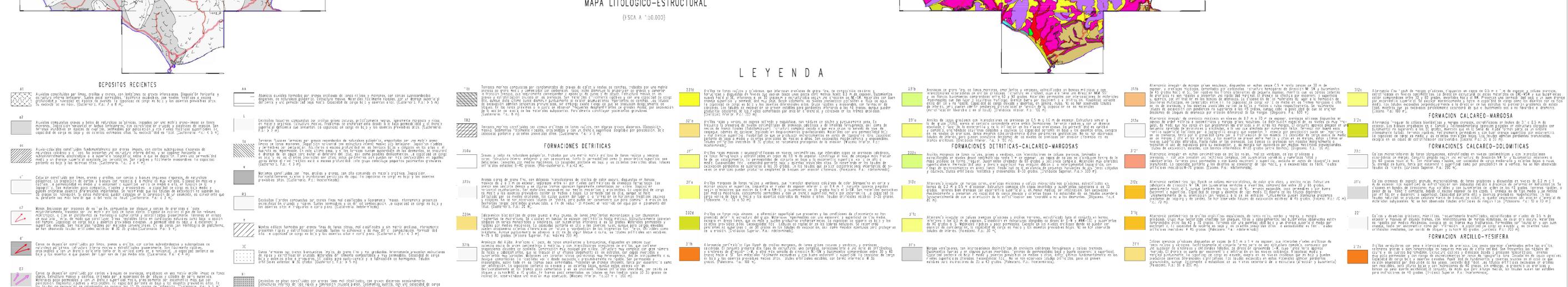
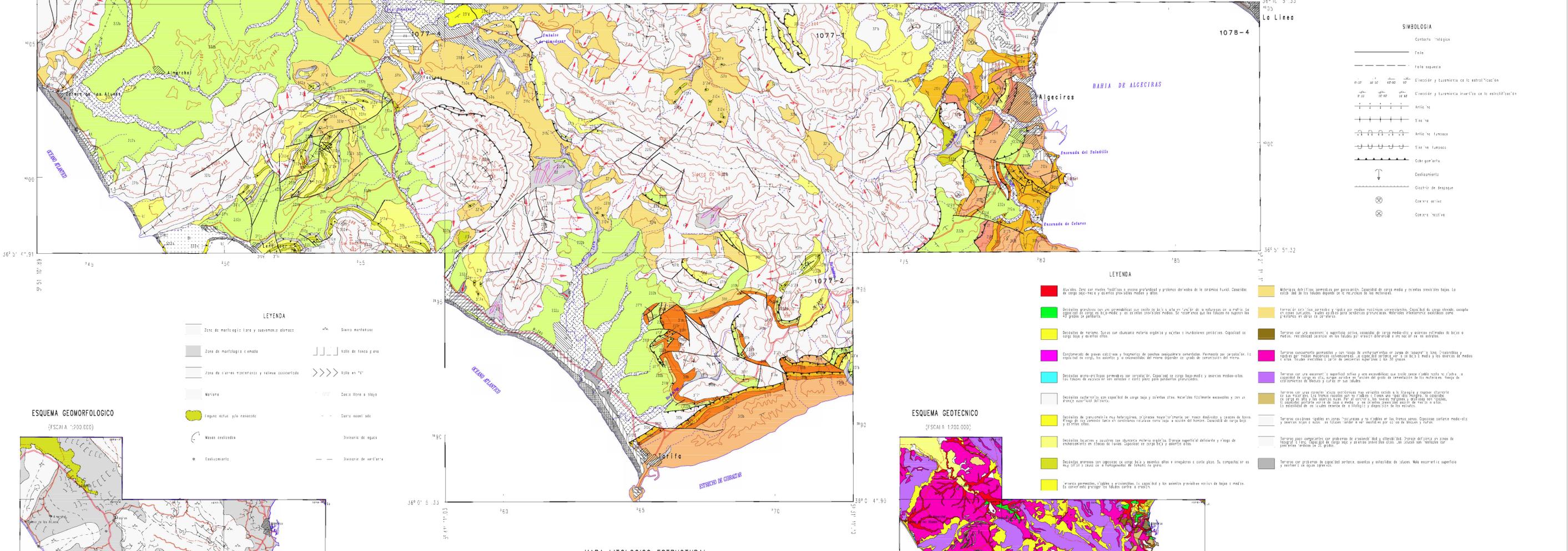
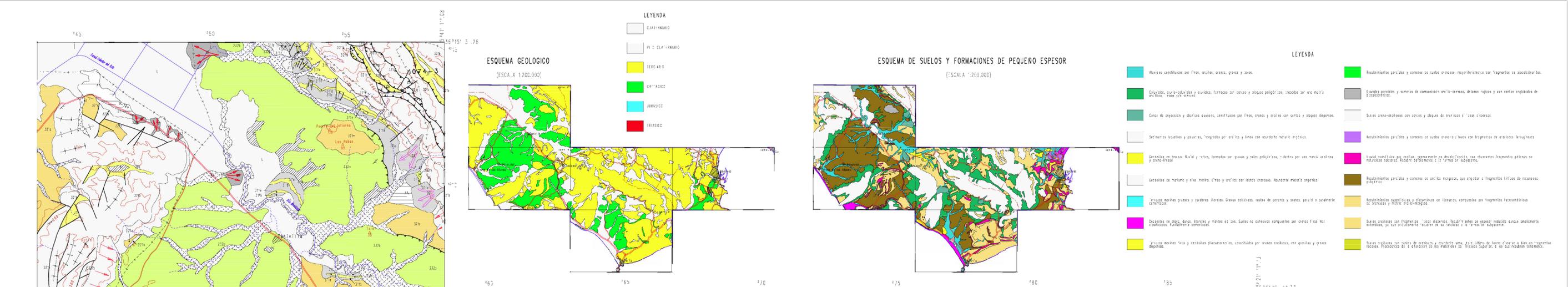
Se han considerado formaciones con problemas de estabilidad de taludes, aquellas en las que bien sea porque el ángulo de estabilidad natural del material es muy tendido, bien

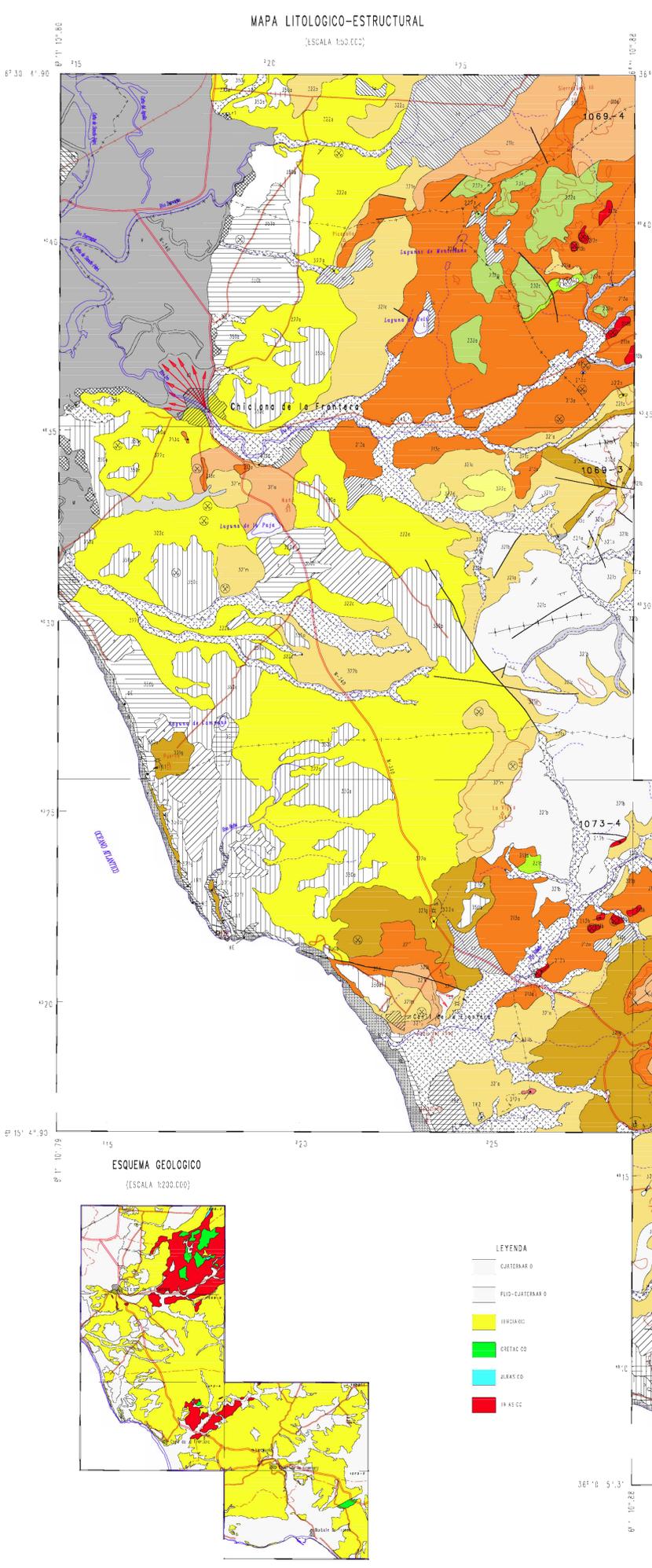
porque la formación está integrada por materiales de diferente comportamiento geotécnico, pueden producirse derrumbamientos, desprendimientos o deslizamientos de ladera. En general, para cada material y talud, se indica el tipo de problemas que pueden presentarse.

Drenaje

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

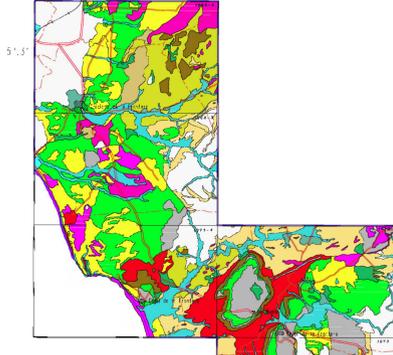
8. PLANOS





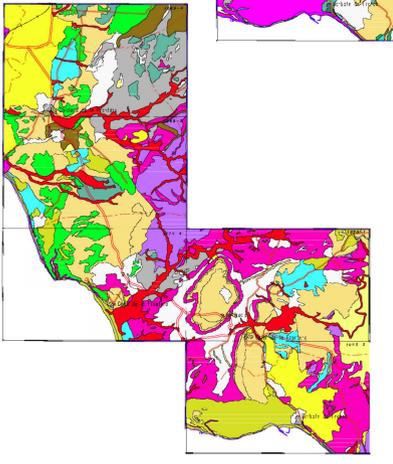
ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

(ESCALA 1:200.000)



ESQUEMA GEOTECNICO

(ESCALA 1:200.000)



ESQUEMA GEOMORFOLOGICO

(ESCALA 1:200.000)



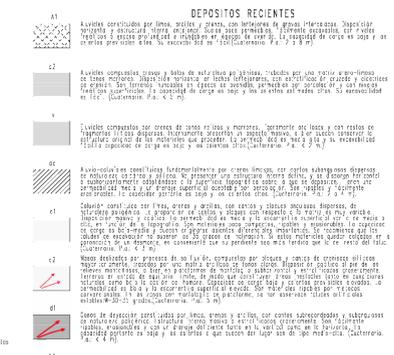
DEPOSITOS RECIENTES



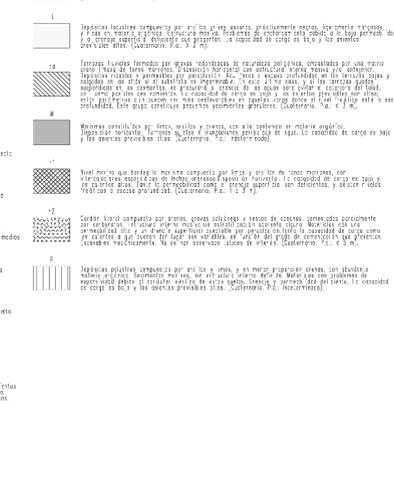
FORMACIONES DETRITICAS



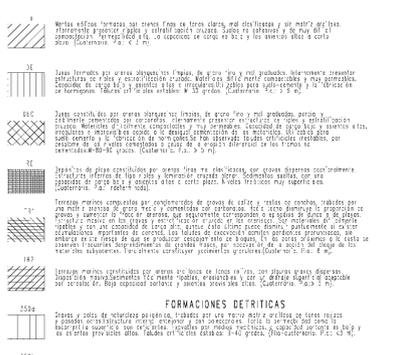
FORMACIONES CALCAREO-MARGOSAS



FORMACIONES CALCAREO-MARGOSAS



FORMACIONES CALCAREO-DOLOMITICAS



FORMACIONES CALCAREO-DOLOMITICAS





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