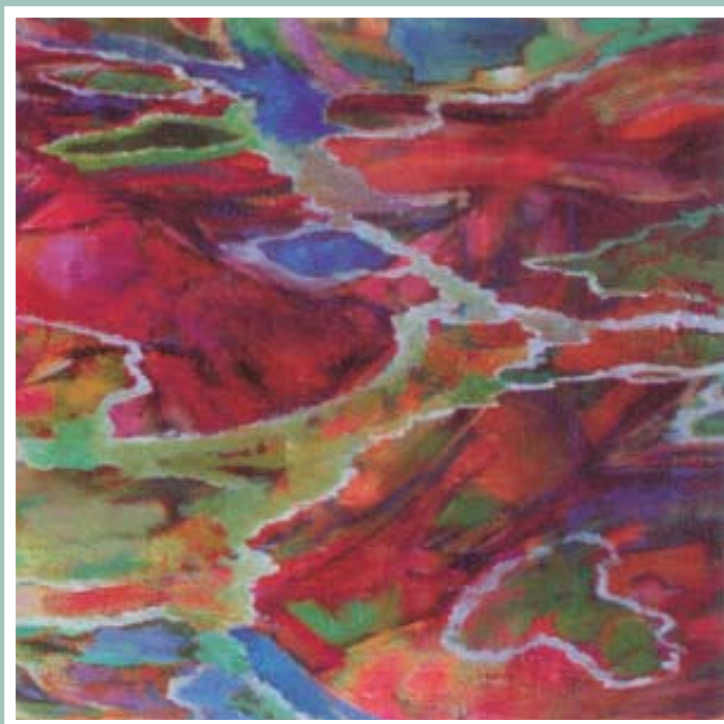


Estudio Previo de Terrenos

Itinerario Jerez de la Frontera-Los Barrios
Tramo: Jerez 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 Jerez de la Frontera-Los Barrios
Tramo: Jerez 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. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO.....	7
2.1. CLIMATOLOGIA.....	7
2.2. TOPOGRAFIA	9
2.3. GEOMORFOLOGIA.....	13
2.4. ESTRATIGRAFIA	15
2.5. TECTONICA	17
2.6. SISMICIDAD	19
3. ESTUDIO DE ZONAS.....	23
3.1. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO.....	23
3.2. ZONA 1: RELIEVE LLANO Y ALOMADO.....	23
3.2.1. Geomorfología.....	26
3.2.2. Tectónica.....	32
3.2.3. Columna estratigráfica	35
3.2.4. Grupos litológicos.....	36
3.2.5. Grupos geotécnicos	91
3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.	95
3.3. ZONA 2. RELIEVE DE SERRANIA	96
3.3.1. Geomorfología.....	96
3.3.2. Tectónica.....	99
3.3.3. Columna estratigráfica	102
3.3.4. Grupos litológicos.....	102
3.3.5. Grupos geotécnicos	146
3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.	149
4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO.....	151
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS.....	151
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS	151
4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS	153
4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS.....	154

ÍNDICE (cont.)

5.	INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS	157
5.1.	ALCANCE DEL ESTUDIO	157
5.2.	YACIMIENTOS ROCOSOS.....	157
5.3.	YACIMIENTOS GRANULARES	162
5.4.	MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES	164
5.5.	YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE.....	169
6.	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	180
7.	ANEJOS	182
7.1.	ANEJO 1: SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS	183
7.2.	ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS.....	186

1. INTRODUCCION

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

El tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios ocupa una extensión aproximada de 1237 km² y se ubica íntegramente en la provincia de Cádiz. La Figura 1.1 corresponde al esquema de situación del tramo.

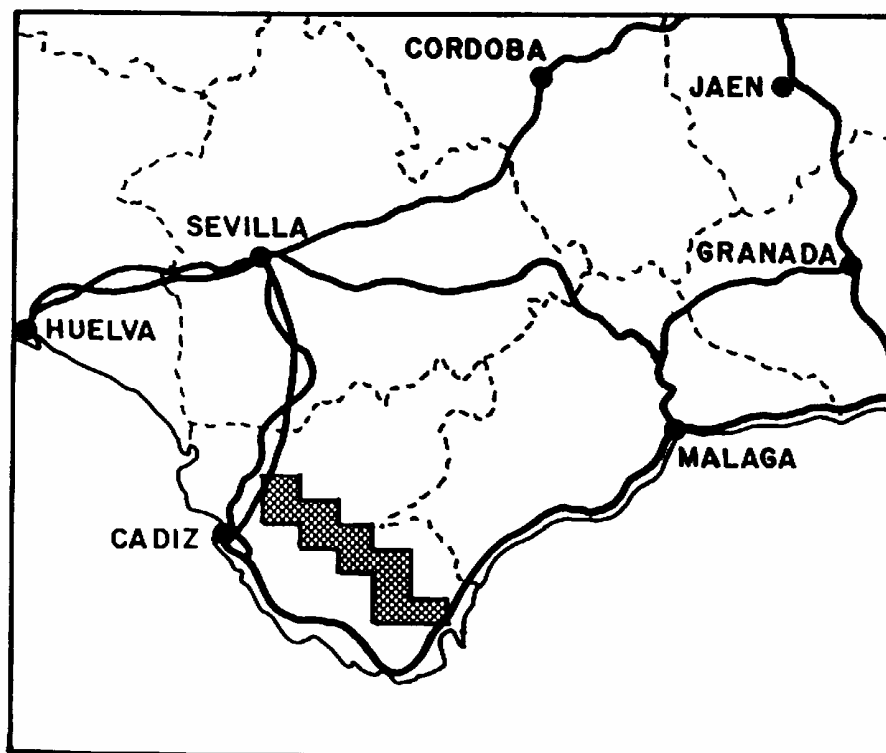


Fig. 1.1. Esquema de situación del tramo

El área estudiada comprende las siguientes Hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1:50.000.

Nº	Hoja	Cuadrantes
1062	Paterna de Rivera	2, 3 y 4
1069	Medina-Sidonia	3
1070	Alcalá de los Gazules	2, 3 y 4
1074	Tahivilla	1 y 2
662	San Roque	3

La ejecución del estudio ha precisado del desarrollo de las siguientes fases:

- Recopilación y análisis de la bibliografía existente, tanto geológica como geotécnica, del tramo de estudio o de áreas próximas.
- Estudio fotogeológico sobre fotogramas aéreos a escala aproximada 1:40.000 (vuelo nacional, 1991), del área de estudio.
- Comprobación del estudio fotogeológico, corrección del mismo y toma de datos en el campo.

Lógicamente estas fases se han desarrollado paralelamente en el tiempo, 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 forma 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, obtenidos de la ejecución del estudio, han quedado plasmados en la presente Memoria y en los Planos.

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

- Capítulo 1: Introducción.
- Capítulo 2: Recoge las características generales del tramo estudiado.
- Capítulo 3: Se realiza una división del tramo en Zonas de estudio y un análisis pormenorizado, desde los puntos 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 los yacimientos de roca, granulares y de materiales de préstamo, que han sido recopilados durante la ejecución del estudio.
- Capítulo 6: Recoge la bibliografía consultada.
- Capítulo 7: Recoge, mediante dos Anejos, la simbología utilizada en las columnas estratigráficas, y los criterios utilizados en las descripciones geotécnicas.

Cada uno de los Planos que acompañan a esta Memoria consta de un mapa litológico-estructural a escala 1:50.000, y cuatro esquemas complementarios a escala 1:200.000, denominados: Geológico, Geomorfológico, Geotécnico, y de Suelos y Formaciones de Pequeño Espesor.

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. Antonio Moral Vacas
Geólogo

2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

2.1. CLIMATOLOGIA

Con el fin de estudiar las características climáticas generales del tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios se han consultado una serie de estaciones meteorológicas que pertenecen a la red del Instituto Nacional de Meteorología. Se trata de las estaciones meteorológicas de Jerez de la Frontera-Aeropuerto (5960, Fuera de Tramo), (Medina-Sidonia (5983U y 5984, Hoja 1069-1) y Alcalá de los Gazules (5980, Hoja 1070-4). Estas estaciones han sido elegidas porque son las únicas que cuentan con un registro lo suficientemente continuo para establecer medidas estadísticas representativas. Con las observaciones de estas estaciones, que abarcan un período de 1954 a 1995, se ha elaborado un Cuadro-Resumen que recoge, en conjunto, las características termo-pluviométricas del Tramo (Figura 2.1).

Según los datos aportados por dichas estaciones meteorológicas, el tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios tiene una pluviometría media anual de 843,7 mm, cantidad superior a la media nacional. Estas precipitaciones se producen en un promedio de 62,7 días lluviosos anuales. Durante el año hay un período de precipitaciones relativamente abundantes entre Septiembre y Junio, con un máximo entre Noviembre y Febrero, y otro de precipitaciones escasas correspondiente a los meses de Julio y Agosto.

Las precipitaciones en forma de nieve, y su representación cubriendo el suelo, o son inexistentes en el Tramo o no han sido registradas en ninguna de las estaciones, por ser inapreciables.

Las tormentas se producen en un promedio de 5 días al año, de los cuales no aparece registrado ninguno en el que se haya producido granizo. Estas tormentas se producen durante todo el año, excepto en los meses de Junio, Julio y Agosto. El valor más alto aparece en el mes de Septiembre.

CUADRO RESUMEN DE PRECIPITACION Y TEMPERATURA

MES	PRECIPITACION (mm)			NUMERO DE DIAS DE											TEMPERATURAS (°C)					
	MEDIA	MAXIMA	MINIMA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE EN EL SUELO	EXTREMAS		OSCILACIONES		VALORES MEDIOS				
												MAXIMA	MINIMA	EXTREMA	ME DIA	MAXIMA	MINIMA	ME DIA	MAXIMA	MINIMA
ENERO	120.9	409.4	105.7	3	8.8	0	0	0.7	0	0	0	0.4	0	24.4	-4	28.4	8.3	15.4	7.1	11.3
FEBRERO	105.3	289.1	169	2	8.5	0	0	0.4	0	0	0	0	0	30	-5	35	9.4	17.2	7.8	12.5
MARZO	87.7	292	86.2	2	7.7	0	0	0.3	0	0	0	0	0	30.4	-1	31.4	10	19.3	9.3	14.4
ABRIL	74.4	447.9	52	1	6.5	0	0	0.6	0	0	0	0	0	33	2	31	10.8	21.3	10.5	15.9
MAYO	54	245.8	75	2.8	4.9	0	0	0.6	0	0	0	0	0	35.4	5	30.4	11.5	24.7	13.2	19
JUNIO	169	92	43.4	1.2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	41	7	34	12.1	28.5	16.4	22.5
JULIO	0.3	9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	9.8	34.2	13.9	32.8	13.9	25.9
AGOSTO	4.7	71.3	39	0.2	0.5	0	0	0	0.9	0	0	0	0	43	10.5	32.5	13.8	33.1	13.3	26.2
SEPTIEMBRE	23.5	101.2	67	0.2	2.1	0	0	1.2	0	0	0	0	0	41	7	34	12.2	30.4	13.2	24.3
OCTUBRE	87.8	342	152	0.3	5.6	0	0	0.3	0	0	0	0	0	38	3	35	10.6	24.9	14.3	19.6
NOVIEMBRE	136.9	459.9	140	6	7.6	0	0	0.3	0.4	2.5	0.9	0	0	33	-0.4	33.4	9.7	20.1	10.4	15.3
DICIEMBRE	131.3	518	151	4.5	8.4	0	0	0.6	0.3	1.7	0.4	0	0	29	-4	33	9	16.4	7.4	11.9
ANUAL	843.7	518	169	0.1	62.7	0	0	5	0.7	6.8	1.7	0	0	44	-5	36	8.3	33.1	7.1	18.2

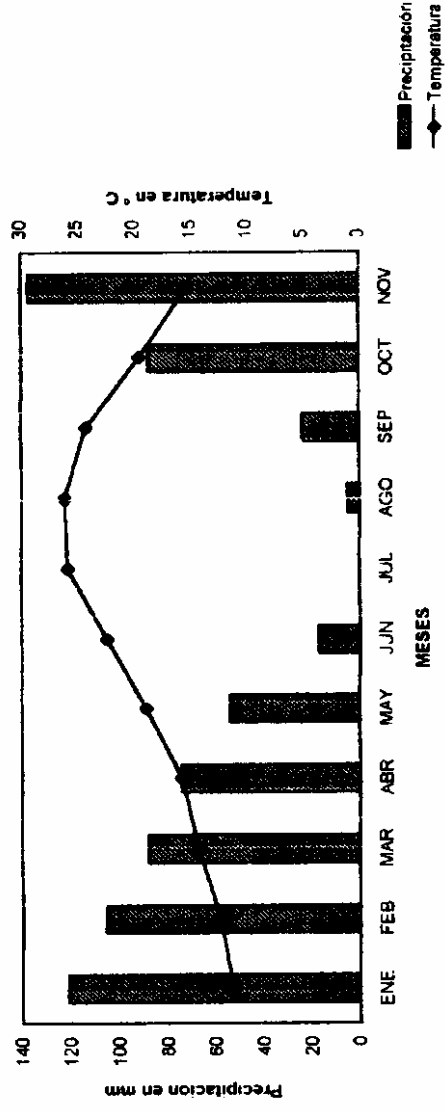


Fig. 2.1. Cuadro resumen de precipitación y de temperatura del Tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios y gráfico esquemático de dichos parámetros

Las nieblas, escasas, aparecen en un promedio anual de 0,7 días y se forman especialmente durante los meses de Noviembre y Diciembre.

El rocío y la escarcha se dan durante 6,8 y 1,7 días, respectivamente, repartidos de una forma más abundante entre los meses Octubre a Enero.

Las temperaturas tienen un mínimo invernal en Febrero, con un valor de -5°C , y un máximo estival, en Julio, de 44°C . El mes más frío corresponde a Enero, que tiene un promedio de temperaturas mínimas de $7,1^{\circ}\text{C}$ y una media de máximas de $15,4^{\circ}\text{C}$. El mes más caluroso es Agosto. Tiene una temperatura mínima media de $19,3^{\circ}\text{C}$ y una máxima promedio de $33,1^{\circ}\text{C}$.

La pluviometría y las temperaturas del Tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios obtenidas de las estaciones meteorológicas elegidas reflejan que el clima del mismo es mediterráneo con influencia atlántica, presentando veranos muy secos y cálidos, e inviernos benignos.

2.2. TOPOGRAFIA

El Tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios está situado en el extremo occidental de la Cordillera Bética, y se extiende, de Noroeste a Sureste por los relieves meridionales del Sistema Penibético. Debido a esta ubicación limítrofe, el Tramo se caracteriza por poseer una topografía muy variada, y se dan en él fuertes contrastes de relieve, como los que existen entre las llanuras marismeñas del Noroeste y las sierras cuarcíticas del Sureste.

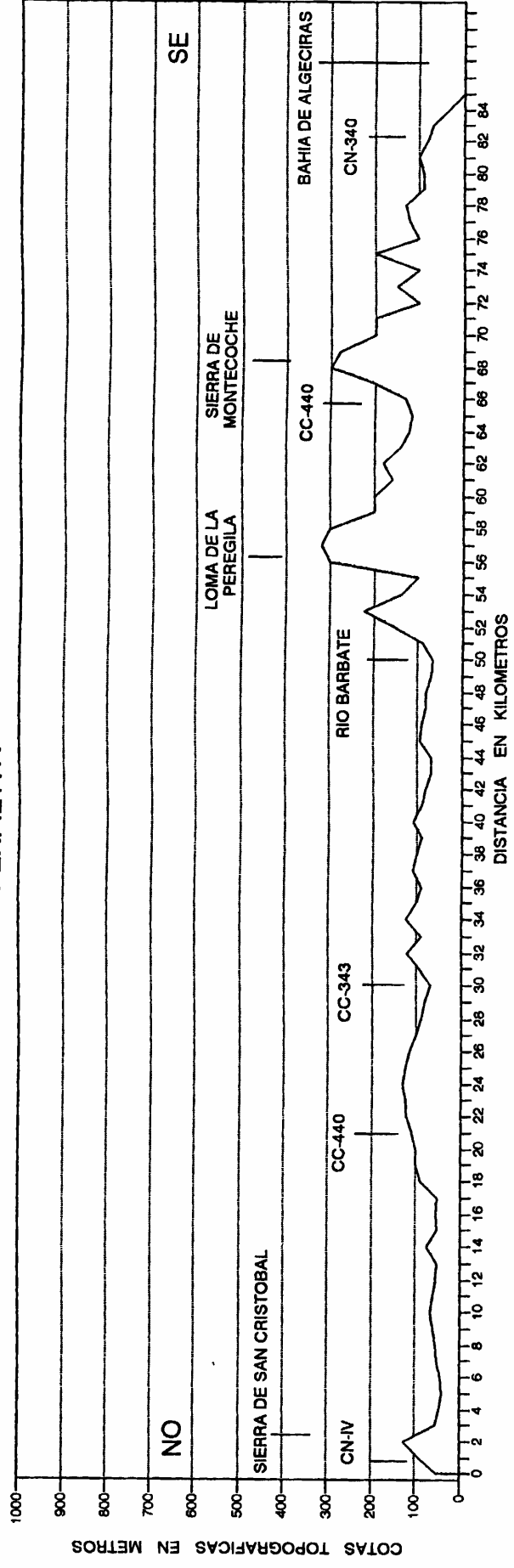
El relieve del Tramo se desarrolla entre el nivel del mar (cota mínima) y la cota de 780 m, de altitud máxima. A pesar de este fuerte contraste, que está localizado en áreas concretas del Tramo, la mayor parte del mismo se desarrolla entre una cota media de 100 m de altitud, y con un gradiente topográfico, entre cimas y valles, de 50 m a 75 m de desnivel. Esta suavidad topográfica es el factor que caracteriza los dos tercios occidentales del Tramo. En este sector las principales elevaciones tienen unas altitudes comprendidas entre los 100 m y los 200 m, siendo la cota de 150 m la más usual. La Sierra de San Cristóbal (124 m), y las lomas de los Isletes (153 m) y del Donadio (145 m), son algunos ejemplos de los relieves frecuentes en este área.

El relieve montañoso existente es muy accidentado y caracteriza el sector suroriental del Tramo, en donde la Sierra del Niño, con una cota máxima de 781 m de altitud, genera la parte más abrupta del mismo. Las sierras Blanquilla (660 m), Sequilla (614 m), del Padrón (601 m) y de Montecoche (563 m) constituyen los principales sistemas montañosos de este sector de serranía.

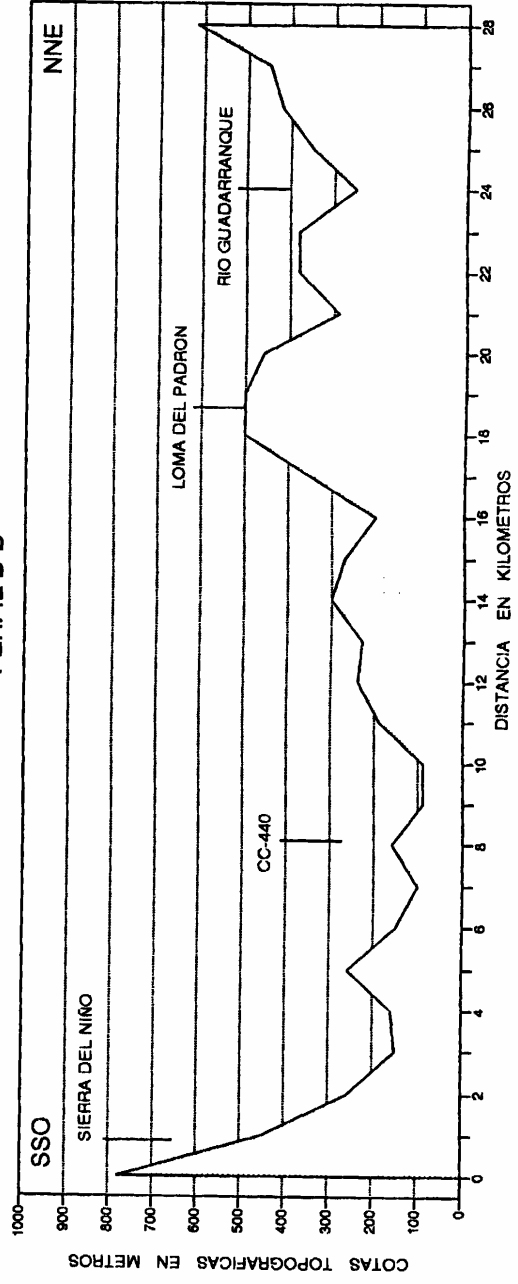
Las áreas deprimidas del Tramo, y de topografía más suave, corresponden a las zonas de marisma del extremo occidental, a la pequeña zona litoral, que aparece en el borde meridional, y a los valles fluviales formados por los ríos Guadalete, Barbate, Palmones y Guadarranque. Todos ellos discurren groseramente de Norte a Sur entre una cota máxima de 700 m (Guadarranque) y el nivel del mar, respectivamente, en donde desembocan. Una excepción lo constituye el río Guadalete que, en el ámbito del Tramo estudiado, tiene un recorrido de dirección aproximada Este-Oeste, y se desarrolla entre las cotas de 50 m y el nivel del mar, respectivamente. Las cuencas formadas por estos ríos tienen unas dimensiones muy variables. Existen zonas muy abruptas en donde el valle tiene anchuras de 150 a 250 m, y desniveles de 100 a 200 m, y otras en donde la topografía se abre, y se alcanzan anchuras aproximadas de 1.500 m y diferencias de cotas comprendidas entre 80 y 100 m. Un caso especial de estos valles es el formado por el río Guadalete. Posee un llanura de inundación con una anchura comprendida entre 1.500 y 4.000 m, y una diferencia de cotas, con respecto a las elevaciones adyacentes, de 50 a 70 m. La parte final de este amplio valle se abre a la marisma que constituye la Bahía de Cádiz, cuyas cotas son inferiores a los 10 m de altitud.

Las Figuras 2.2, y 2.3 muestran, respectivamente, tres perfiles topográficos y la planta de situación de los mismos.

PERFIL A-A'



PERFIL B-B'



PERFIL C-C'

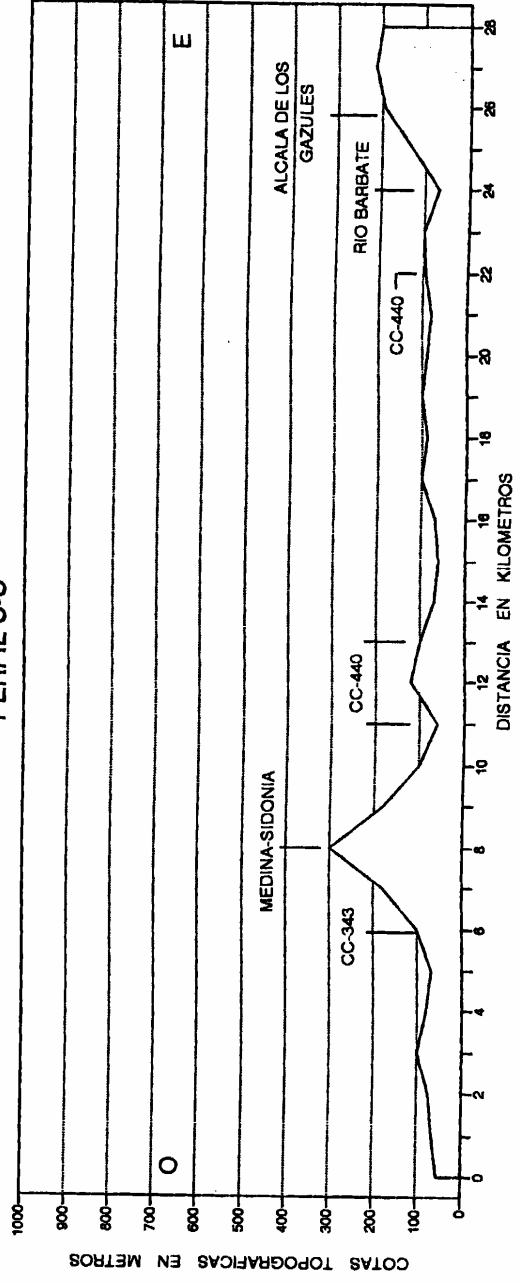


FIG. 2.2. PERFILES TOPOGRÁFICOS REPRESENTATIVOS DEL TRAMO.

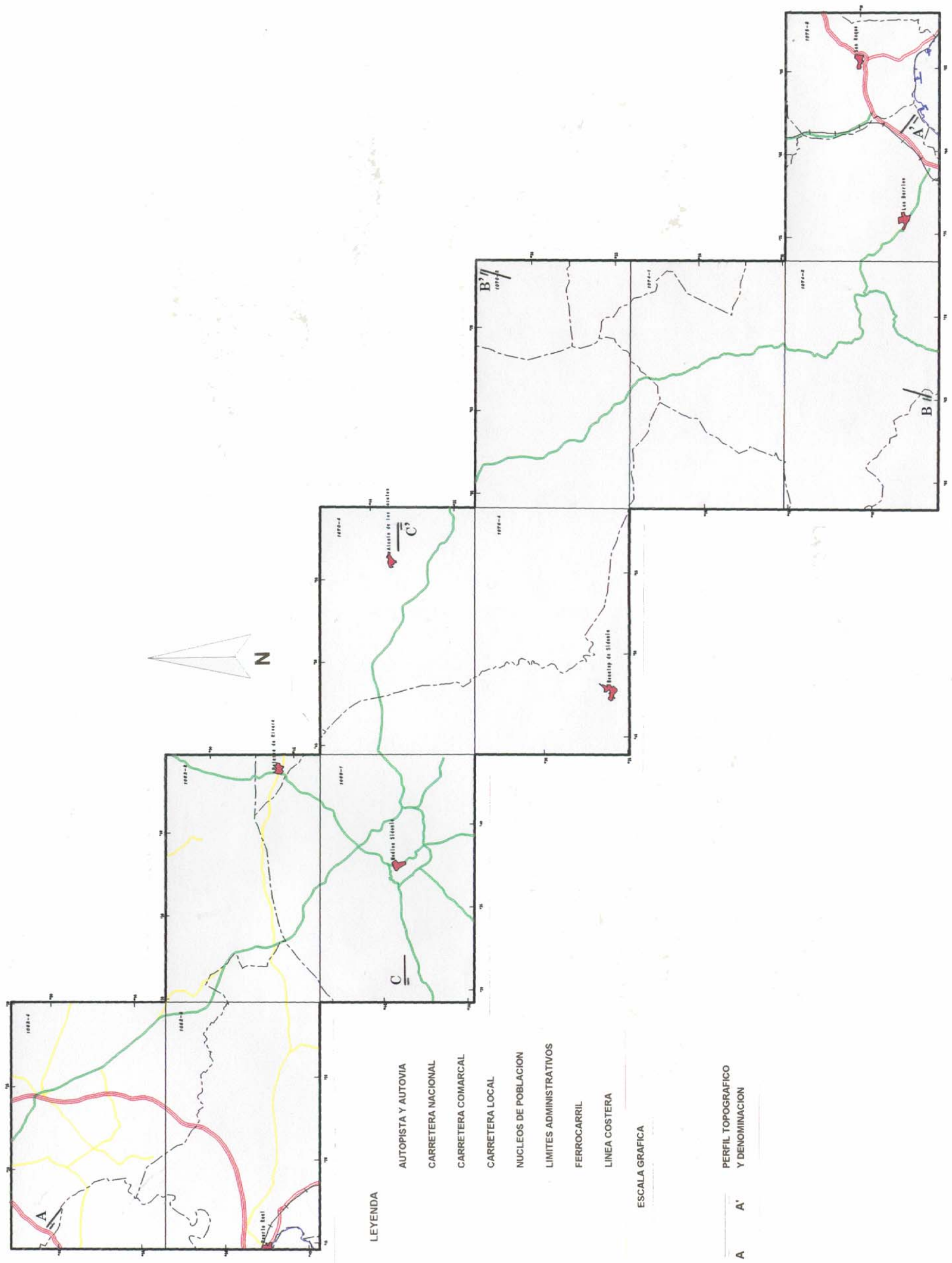


FIG. 2.3. PLANTA DE SITUACIÓN DE LOS PERFILES TOPOGRÁFICOS REALIZADOS EN EL TRAMO

2.3. GEOMORFOLOGIA

El Tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios está formado, en su mayor parte, por rocas triásicas, cretácicas, paleógenas y neógenas, que han sido deformadas durante la Orogenia Alpina, al crearse la Cordillera Bética. Las rocas jurásicas quedan limitadas a dos únicos afloramientos, aislados entre sí y de escasa extensión. Existen además materiales post-tectónicos, que están representados por algunas formaciones fini-neógenas, por sedimentos plio-cuaternarios y por los depósitos cuaternarios.

El relieve del Tramo es el resultado de la combinación de las características litológicas y tectónicas del mismo. El aspecto general es el de un relieve mixto, en el que la mayor parte es suave y alomado, con ríos sinuosos poco o nada encajados, y el resto montañoso y escarpado, en donde los valles fluviales son angostos y de trazados rectilíneos. A este aspecto general se le añaden otros elementos particulares, que dependen de la naturaleza litológica de cada una de las formaciones geológicas que componen la región.

La cobertura mesozoica está representada, a grandes rasgos, por los materiales arcillo-salinos del Trías, entre los que se intercalan esporádicos miembros dolomíticos y episodios volcánicos de rocas ofíticas, las rocas calcáreas del Jurásico (muy poco representativas en el Tramo) y calco-margosas del Cretácico, además de los sedimentos detríticos de este último período. Esta diversidad litológica hace que los relieves mesozoicos aparezcan con formas variables.

Las dolomías del Trías, al encontrarse normalmente muy replegadas y verticalizadas, forman "crestones" característicos, que destacan del relieve formado por las litologías adyacentes, más blandas. Asimismo, las ofitas producen resaltes morfológicos en forma de cerros no alineados y más o menos circulares, ya que corresponden a antiguas chimeneas volcánicas.

Los materiales arcillo-salinos del Keuper, se encuentran normalmente formando cerros de pendientes variables, cortados por una red de vaguadas estrechas y de cortos recorridos, con aspecto de acarcavamientos. En general es un paisaje áspero y de aspecto rugoso, debido a un buen número de afloramientos de yesos masivos que modifican el perfil de las laderas.

Las calizas y dolomías jurásicas, que han sido prácticamente desmanteladas en el ámbito del Tramo, aparecen en dos cerros rocosos aislados entre sí, que destacan del relieve suave producido por los materiales arcillo-salinos del Trías que les rodea.

Las litologías calco-margosas del Cretácico forman un relieve montuoso y alomado, formado por una sucesión de colinas sin orientaciones predominantes, por donde discurren

unos valles fluviales de fondo plano y de laderas con pendientes suaves. A pesar de que existen niveles litológicos más resistentes a la erosión no se producen resaltes rocosos en los relieves. Las formaciones detríticas cretácicas, al estar compuestas por materiales blandos, se encuentran también formando algunos valles y zonas deprimidas del Tramo.

Las rocas paleógenas y algunas neógenas, que están estructuradas por los últimos movimientos alpinos, aparecen formando alineaciones montañosas con laderas de fuertes pendientes, escarpes rocosos de grandes alturas, y cerros en forma de "cuesta", todos ellos seccionados por una red de drenaje encajada y de trazado lineal, debido al fuerte control estructural.

Los materiales fini-neógenos y cuaternarios se encuentran en general rellenando depresiones, y forman un relieve muy suave, ya que tienden a enmascarar las irregularidades que proporcionan los afloramientos rocosos, más antiguos y tectonizados. En las zonas formadas por estos materiales la red de drenaje tiene valles y vaguadas amplias, y vertientes muy suaves.

La evolución de los relieves en el Tramo se desarrolla mediante los procesos de meteorización física, alteración química, movimientos de ladera y erosión fluvial.

La meteorización física ataca sobre todo a los fuertes relieves desarrollados en las areniscas cuarcíticas, disgregando el macizo rocoso en cantos y bloques ciclópeos. Estos se acumulan por gravedad al pie de los macizos, con lo que se suaviza la pendiente original.

La alteración química ataca sobre todo a los materiales margosos, arcillosos, y principalmente a los salinos, que los disuelve y reblandece. El resultado es el desarrollo de un horizonte de alteración, más o menos superficial, que recubre y suaviza la superficie del relieve.

Los movimientos de ladera, muy importantes en el Tramo, se desarrollan sobre todo en los valles formados por los materiales arcillosos de las formaciones terciarias y del Triás. Estos movimientos de ladera alcanzan su mayor extensión en los sectores de mayor relieve, en donde las pendientes son más fuertes. El resultado es la suavización progresiva de la inclinación de las laderas.

La erosión fluvial, y por aguas de arroyada, se encarga de ir retirando los depósitos originados mediante los procesos anteriores. Estos son depositados por los ríos, posteriormente, en las áreas más llanas y de menor gradiente topográfico, en donde se forman aterrazamientos, abanicos aluviales o conos de deyección, y depósitos de glaciares. El resultado de estas acumulaciones es la creación de áreas llanas o suavemente inclinadas que modifican la pendiente original del terreno.

La Figura 2.4 corresponde al bloque-diagrama esquemático del relieve característico del Tramo.

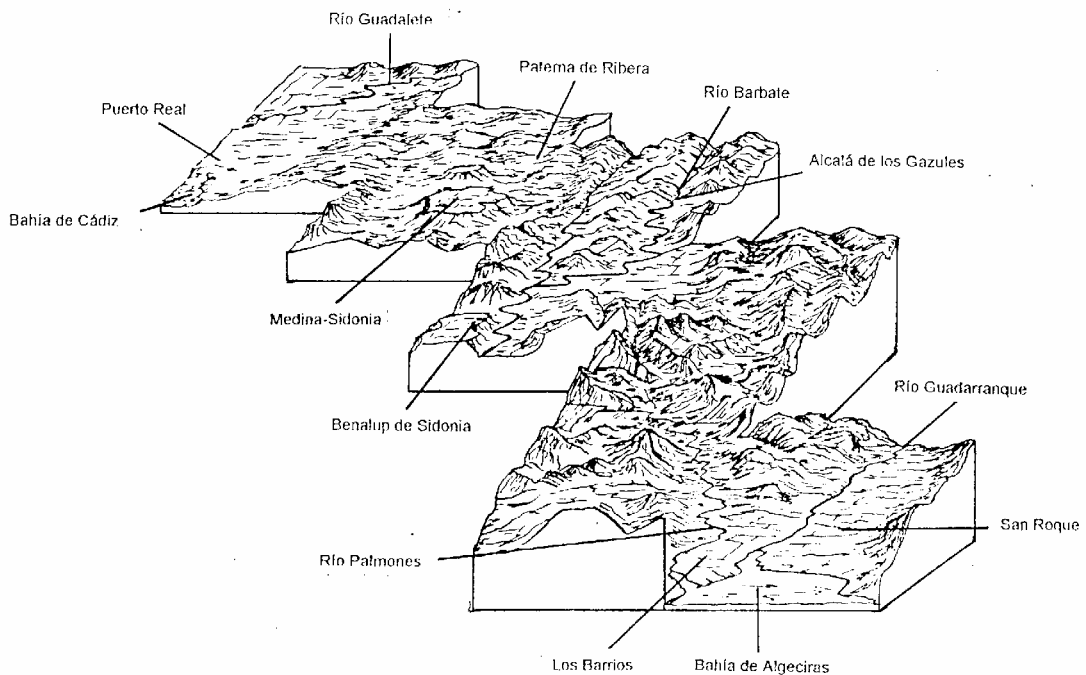


Figura 2.4 Bloque-diagrama del Tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios.

2.4. ESTRATIGRAFIA

En el presente apartado se señalan de un modo resumido las diversas litologías localizadas, así como su inserción dentro de la columna estratigráfica general del Tramo de estudio. Para ello se seguirá una ordenación cronológica desde los materiales más antiguos hasta los más modernos.

Las rocas más antiguas que aparecen en el Tramo son las pertenecientes al Triásico. Durante este período la sedimentación es continental con alguna influencia marina somera, es decir un ambiente salobre. Así se acumulan materiales detríticos fluviales y evaporitas (areniscas, arcillas y yesos), así como carbonatos marinos (dolomías). Además se produce la actividad magmática que produce la efusión de rocas volcánicas básicas (ofitas), tan características de este período.

El Jurásico, aunque escaso, es totalmente marino y se caracteriza por tener una sedimentación de dolomías, calizas micríticas brechoides y calizas olíticas.

Durante el Cretácico se realiza una deposición de naturaleza pelágica. Está constituido por una serie homogénea de margas y calizas, denominadas *capas rojas*, que se depositan en un ambiente generalmente tranquilo hasta el Cretácico superior. Sin embargo, localmente se producen hundimientos en la cuenca de sedimentación y se acumulan materiales detríticos heterogéneos, procedentes de las corrientes de turbidez originadas en los taludes submarinos de esas subcuencas. Al mismo tiempo que estos depósitos se van acumulando en la Plataforma Subbética, se produce una sedimentación de formaciones flyschoides en el Surco Turbidítico, adyacente a la plataforma y en el interior de la cuenca. Dichas formaciones abarcan desde el Cretácico inferior hasta el Mioceno inferior. Los primeros depósitos cretácicos son areniscas de grano fino a medio y, por encima, arcillas, margas y areniscas, en el tránsito al Cretácico superior. Este comienza con una sedimentación predominantemente arcillo-margosa, con depósitos de niveles silíceos y bituminosos. Los niveles más altos del Cretácico superior están formados por calizas, margas y arcillas, en facies turbidíticas, entre las que aparecen niveles de brechas y conglomerados, indicativos de una cierta inestabilidad tectónica.

Los depósitos terciarios, lo mismo que en el caso del Cretácico, evolucionan de forma distinta en la Plataforma Subbética y en el Surco Turbidítico. En el primer caso continúa la sedimentación calco-margosa, en régimen tranquilo, de las *capas rojas*, que se extiende hasta el Eoceno superior. Durante el Oligoceno se depositan margas y arcillas verdes con intercalaciones de niveles turbidíticos, que se prolongan hasta el Mioceno inferior, época en que se produce la sedimentación de arcillas versicolores con finos niveles areniscosos.

En el Surco Turbidítico, el Paleoceno está representado por calizas arenosas con "Microcodium", a los que se asocian niveles de brechas y conglomerados calcáreos, producidos por pequeñas pulsaciones tectónicas, que se hacen mayores durante el Eoceno. En este período, y después de una etapa erosiva, se depositan gruesos bancos de conglomerados calcáreos y silíceos, y, posteriormente calcarenitas bioclásticas y arcillas rojas. Durante el Oligoceno se acentúa la subsidencia del Surco turbidítico y se depositan series, más o menos rítmicas, formadas por combinaciones de arcillas, margas, calizas arenosas y bioclásticas, areniscas y areniscas micáceas. En el tránsito Oligoceno-Mioceno inferior la cuenca sufre grandes remodelaciones tectónicas que reestructuran totalmente el sistema sedimentario actuante hasta entonces. Se originan por ello los depósitos de areniscas con pasadas arcillosas, que caracterizan el final de la sedimentación del Surco Turbidítico.

A partir del Mioceno inferior, y como consecuencia de la fase principal de deformación, se produce el cabalgamiento de las series flyschoides del Surco Turbidítico, sobre algunas partes de la Plataforma Subbética, por lo que se interrumpe en ellas la sedimentación. Por el contrario, las áreas no afectadas por el emplazamiento de los mantos alpinos, continúan

funcionando como cuencas de sedimentación, recibiendo los aportes que les llegan de los sectores emergidos. De esta manera se generan los materiales mas característicos, del Mioceno inferior a medio, de la región andaluza: las moronitas y albarizas. Son sedimentos margo-detríticos, cuyos granos, silíceos, están formados por esqueletos de Radiolarios y Diatomeas. Durante el Mioceno superior aumenta la sedimentación detrítica, por un aumento de energía en el borde continental, y se forman margas arenosas, limos y arenas. Culmina la serie miocena con la deposición de areniscas calcáreas y biocalcarenitas, muy características en la región estudiada.

En el Plioceno inferior se produce una transgresión y, en el ámbito del Tramo estudiado, se depositan materiales detríticos en un ambiente de litoral. Son arenas y limos arenosos con numerosos restos de conchas de Pectínidos y Ostreidos. Con posterioridad, en el Plioceno superior, comienza a retroceder el mar y se forman extensos lagos que quedan totalmente desconectados de la costa, en los que se forman niveles de calizas lacustres y pulverulentas. Al mismo tiempo, en la zona costera, se depositan conglomerados de cantos de cuarcita y abundantes restos de conchas, que constituyen la *facies ostionera*.

El Plio-Cuaternario está representado por unos depósitos de lagoon constituidos por alternancias de arenas, gravas, arcillas, margas y calcarenitas, y por unos sedimentos areniscos, ricos en cuarzo, probablemente de origen dunar.

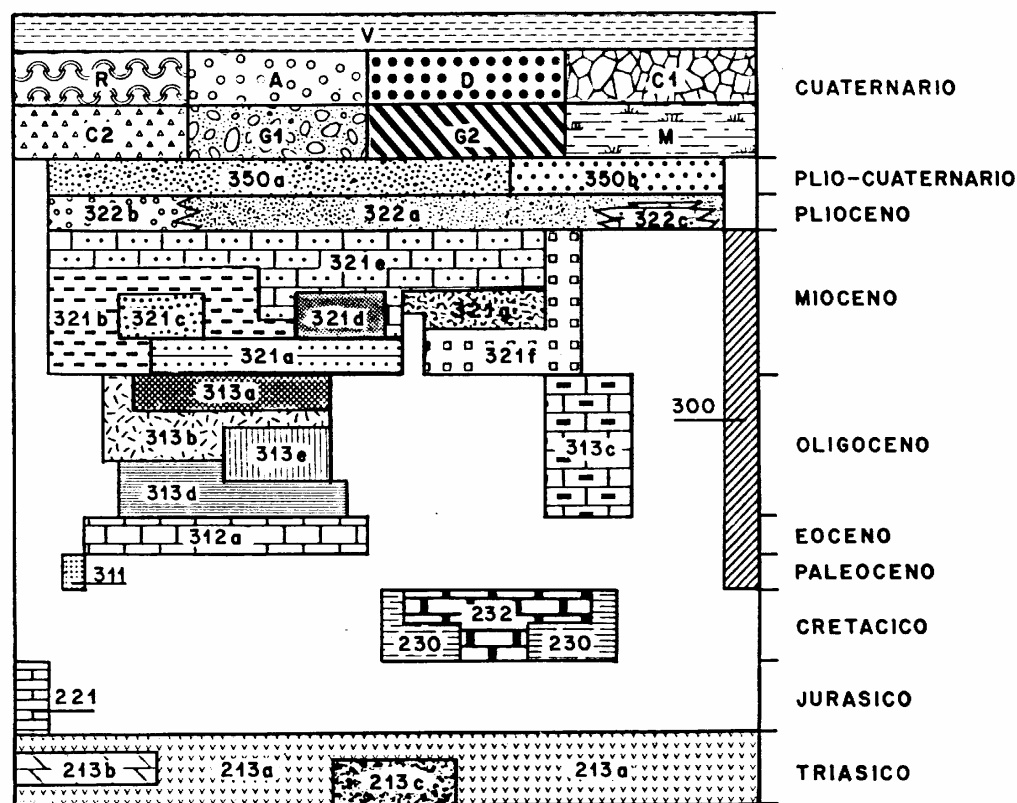
Los depósitos cuaternarios están representados por las formaciones aluviales, de terraza, de conos de deyección y abanicos aluviales (gravas y arenas), coluviales y de glaciares (cantos y matriz arenosa y limo-arcillosa), de deslizamientos de ladera y desprendimientos (bloques, bolos y cantos, con matriz areno-arcillosa), eluviales (arenas, arcillas y arcillas salinas), de marisma (limos fangosos y arcillas) y de playa (arenas).

La Figura 2.5 muestra esquemáticamente la columna estratigráfica general del Tramo. Puede observarse la falta de relación existente entre algunas formaciones y otras, por medio de la abundancia de zonas en blanco que hay entre ellas. Este hecho esquemático indica la falta de contacto entre distintas unidades, al tener algunas de ellas un marcado carácter alóctono.

2.5. TECTONICA

El Tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios está situado, desde el punto de vista geotectónico, en el extremo sur-occidental de la Cordillera Bética, y, dentro de ésta Unidad Geotectónica, se extiende por territorios pertenecientes a la Zona Subbética (mitad noroeste) y al Complejo del Campo de Gibraltar (mitad sureste).

COLUMNA ESTRATIGRAFICA



LEYENDA

- V.- Depósitos eluviales. Arenas, arcillas y arcillas yesíferas.
- R.- Depósitos de playa. Arenas.
- A.- Depósitos aluviales. Gravas, arenas, limos y arcillas.
- D.- Depósitos de abanicos aluviales y de conos de deyección. Gravas con matriz areno-arcillosa.
- C1.- Depósitos de deslizamientos de ladera y de desprendimientos. Bloques ciclópeos, bolos y cantos, con matriz areno-arcillosa.
- C2.- Depósitos coluviales. Cantos, bolos y bloques, con matriz areno-arcillosa.
- G1.- Depósitos de glacis. Arenas y arcillas, con cantos dispersos.
- G2.- Depósitos de glacis antiguos. Gravas de cuarcita y cuarzo con matriz areno-arcillosa.
- M.- Depósitos de marisma. Arcillas y limos fangosos.
- 350b.- Arenas con cantos dispersos.
- 350a.- Conglomerados, areniscas, arenas, arcillas, margas y calcarenitas.
- 322c.- Calizas lacustres.
- 322b.- Conglomerados con matriz arenosa y abundantes restos de conchas.
- 322a.- Arenas y limos.
- 321g.- Margas, areniscas y arenas.
- 321f.- Margas silíceas con esqueletos de radiolarios. Moronitas-Albarizas.
- 321e.- Calcarenitas y biocalcarenitas.
- 321d.- Margas arenosas, areniscas margosas y calcarenitas bioclásticas.
- 321c.- Arcillas con intercalaciones de areniscas.
- 321b.- Arcillas versicolores con intercalaciones de limolitas, argilitas y areniscas.
- 321a.- Areniscas silíceas con intercalaciones de arcillas y limolitas.
- 313e.- Margas y arcillas rojas.
- 313d.- Margas y areniscas micáceas.
- 313c.- Arcillas, margas, calcarenitas y biomicritas.
- 313b.- Arcillas y areniscas micáceas.
- 313a.- Calcarenitas, calizas bioclásticas y arcillas.
- 312a.- Margas, arcillas, margocalizas, calizas bioclásticas y calizas arenosas.
- 311.- Calizas, margas y arcillas.
- 300.- Margas, calizas, arcillas y calcarenitas.
- 232.- Margas y margocalizas.
- 230.- Arcillas versicolores, areniscas, limolitas, bloques de arenisca y de calcarenita.
- 221.- Calizas y dolomías.
- 213c.- Ofitas.
- 213b.- Dolomías y calizas dolomíticas.
- 213a.- Yesos, margas yesíferas, arcillas, con intercalaciones de areniscas.

Figura 2.5. Columna estratigráfica general del Tramo

La Zona Subbética constituye el basamento de todo el Tramo estudiado, aunque sólo aflora de una forma continua en la mitad noroccidental. En el resto del Tramo la Zona Subbética se encuentra recubierta por los cabalgamientos y escamas del Complejo del Campo de Gibraltar.

La diferenciación de estas unidades ha sido producida durante la Orogenia Alpina, la cual se manifiesta en cuatro fases sucesivas de deformación.

La primera fase produce el acortamiento tangencial de la Plataforma Subbética. Se producen cabalgamientos de placas de corteza, a favor de dos niveles de despegue: uno en los materiales arcillo-salinos del Trías y otro en terrenos margosos del Cretácico medio. Estos cabalgamientos tienen dirección Este-Oeste y vergencia Norte. El apilamiento de estos mantos produce sobrecargas en el Trías basal y origina movimientos halocinéticos, que deforman nuevamente las estructuras anteriores.

La segunda fase es la principal y también produce el acortamiento lateral de la corteza. En esta etapa se origina el cabalgamiento del Complejo del Campo de Gibraltar sobre la Plataforma Subbética. Se trata de un emplazamiento complejo formado por la superposición de tres unidades principales: *Lámina del Aljibe*, *Complejo Tectosedimentario* y *Lámina de Algeciras*, que procedentes del Este se van apilando sucesivamente y forman una característica tectónica de escamas. Estas escamas tienen unas directrices generales N-S y vergencia Oeste. De la misma forma que ocurría durante la primera fase de deformación, el apilamiento de las distintas láminas o mantos provoca en el substrato arcillo-salino triásico movimientos halocinéticos. Estos movimientos diapíricos son especialmente eficaces en las zonas de borde de los mantos, a los que rompe por medio de grandes deslizamientos gravitacionales y transporta las unidades desgajadas hacia el exterior de la cadena. Por medio de este mecanismo se genera el Complejo Olistostrómico, que recubre algunas zonas de la Cuenca del Guadalquivir.

La tercera fase, de menor importancia que la anterior, produce también un acortamiento tangencial, pero de sentido contrario. Se producen cabalgamientos de vergencia Este y se invierten accidentes tectónicos anteriores. Por este motivo recibe el nombre de *Fase de retrocabalgamientos*.

La cuarta fase produce, en un primer estadio, una tectónica de acortamiento que reactiva antiguos accidentes.

2.6. SISMICIDAD

La Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-94 (B.O.E. de 8 de Febrero de 1995, núm. 33), sustituye a la anterior Norma Sismorresistente P.D.S.-1 de 1974. Establece la siguiente clasificación de las construcciones (Aptdo. 1.2.2):

- 1) De moderada importancia
- 2) De normal importancia
- 3) De especial importancia

La nueva Norma incorpora el concepto de *aceleración sísmica básica*, a_b , como un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un período de retorno de quinientos años. La distribución de los distintos valores de este parámetro por el territorio nacional establece el Mapa de Peligrosidad Sísmica de la Figura 2.6. Este Mapa suministra, para cada punto del territorio, y expresada en relación al valor de la gravedad, la aceleración sísmica básica, así como los valores del coeficiente de contribución, K (definido en la Norma NCSE-94, apartado 2.3).

El segundo concepto a tener en cuenta para la aplicación de esta Norma Sismorresistente es la *aceleración sísmica de cálculo*, a_c , que se define como el producto:

$$a_c = \Gamma \cdot a_b$$

donde:

a_b : es la aceleración sísmica básica

Γ : es un coeficiente adimensional de riesgo, cuyo valor, en función del período de vida en años, t , para el que se proyecta la construcción, puede ser de 1 (para $t \geq 50$ años, en construcciones de normal importancia) o de 1,30 (para $t \geq 100$ años, en construcciones de especial importancia).

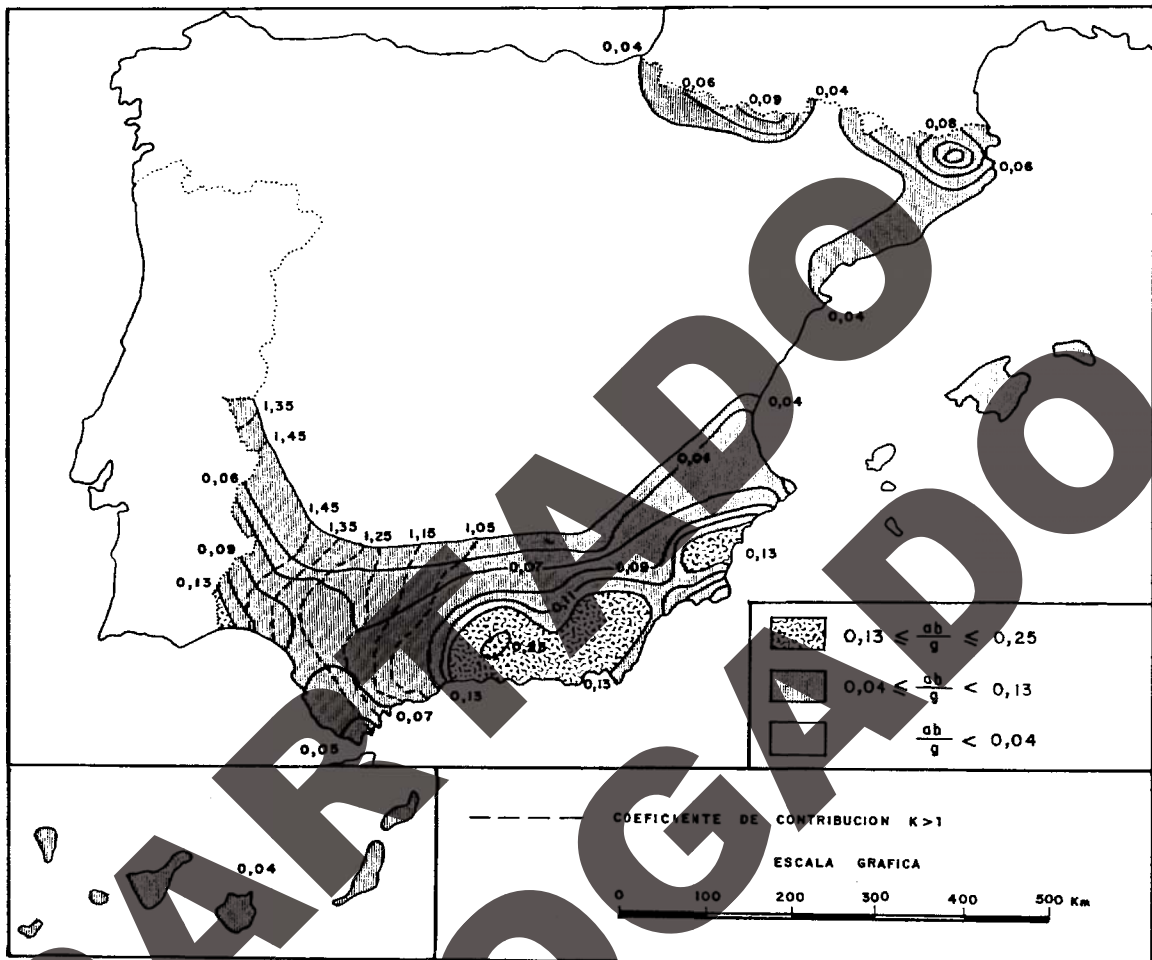


Figura 2.6. Mapa de Peligrosidad Sísmica de la Península Ibérica.

De acuerdo con esta Norma, y según su epígrafe 1.2.3 no es obligatoria la aplicación de la misma:

- En las construcciones de moderada importancia.
- En las demás construcciones cuando la aceleración sísmica de cálculo a_c sea inferior a $0,06g$, siendo g la aceleración de la gravedad.

Si la aceleración sísmica de cálculo es superior a $0,08g$ no se utilizarán estructuras de mampostería en seco en las edificaciones de normal o de especial importancia.

Si la aceleración sísmica de cálculo es igual o mayor a $0,08g$ e inferior a $0,12g$, las edificaciones de fábricas de ladrillo, bloques de mortero o similares poseerán un máximo de cuatro alturas, y si dicha aceleración sísmica de cálculo es igual o superior a $0,12g$ un máximo de dos.

La aplicación de esta Norma debe hacerse calculando la estructura para la acción sísmica definida en los capítulos 2 y 3 y respetando las prescripciones constructivas indicadas en el capítulo 4.

La Tabla 1 ofrece la relación de los valores de la aceleración sísmica básica, a_b , y del coeficiente de contribución, k , de los distintos municipios presentes o cercanos al Tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios.

TABLA 1

Municipio	a_b	K
Alcalá de los Gazules	0,05	1,4
Los Barrios	0,04	1,3
Benalup de Sidonia	0,05	1,4
La línea de la Concepción	0,04	1,3
Medina Sidonia	0,05	1,4
Paterna de Rivera	0,05	1,4
Puerto Real	0,06	1,4
Puerto de Santa María	0,07	1,4
San Roque	0,04	1,3

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.1. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

Como método para acometer la tarea de la descripción de las formaciones geológicas existentes en el Tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios, se realiza una división de éste en Zonas, que se definen en función de la geomorfología. Se obtiene así una caracterización del Tramo en función del relieve, la cual significa normalmente la separación de formaciones geológicas de distinta edad. Con este método se pretende simplificar geológicamente el Tramo lo mejor posible.

En la Figura 3.1 se encuentra representada la distribución de las distintas Zonas en que ha sido dividido el Tramo de estudio. Son las siguientes:

Zona 1: de relieve llano y alomado.

Zona 2: de serranía.

3.2. ZONA 1: RELIEVE LLANO Y ALOMADO

La Zona 1 caracteriza el sector occidental del Tramo y algún área central y oriental del mismo. Aparece en la totalidad de los cuadrantes 2, 3 y 4 de la Hoja 1062; en la mayor parte del cuadrante 1 de la Hoja 1069; en las esquinas noroccidental y suroriental del cuadrante 4 de la Hoja 1070; en el tercio central del cuadrante 3, así como en el extremo noroeste del cuadrante 2, de la Hoja 1070. También aparecen superficies pertenecientes a esta Zona en la esquina suroccidental y en la suroriental del cuadrante 3 de la Hoja 1074. Está última tiene su continuación en el sector central del cuadrante 2 de la Hoja 1075. La distribución de la Zona 1 queda de manifiesto en el esquema correspondiente a la Figura 3.2.

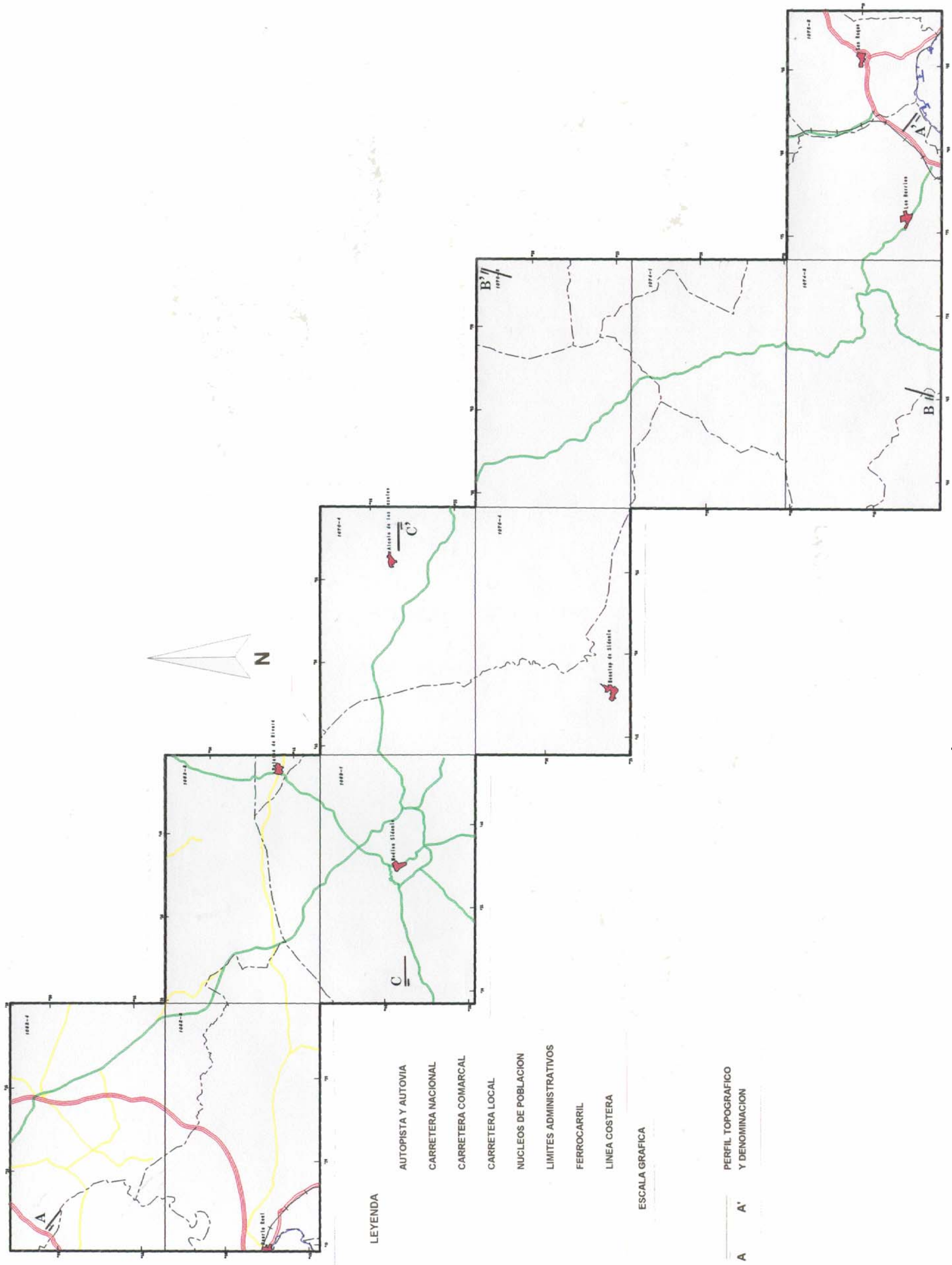


FIGURA 3.1. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO.

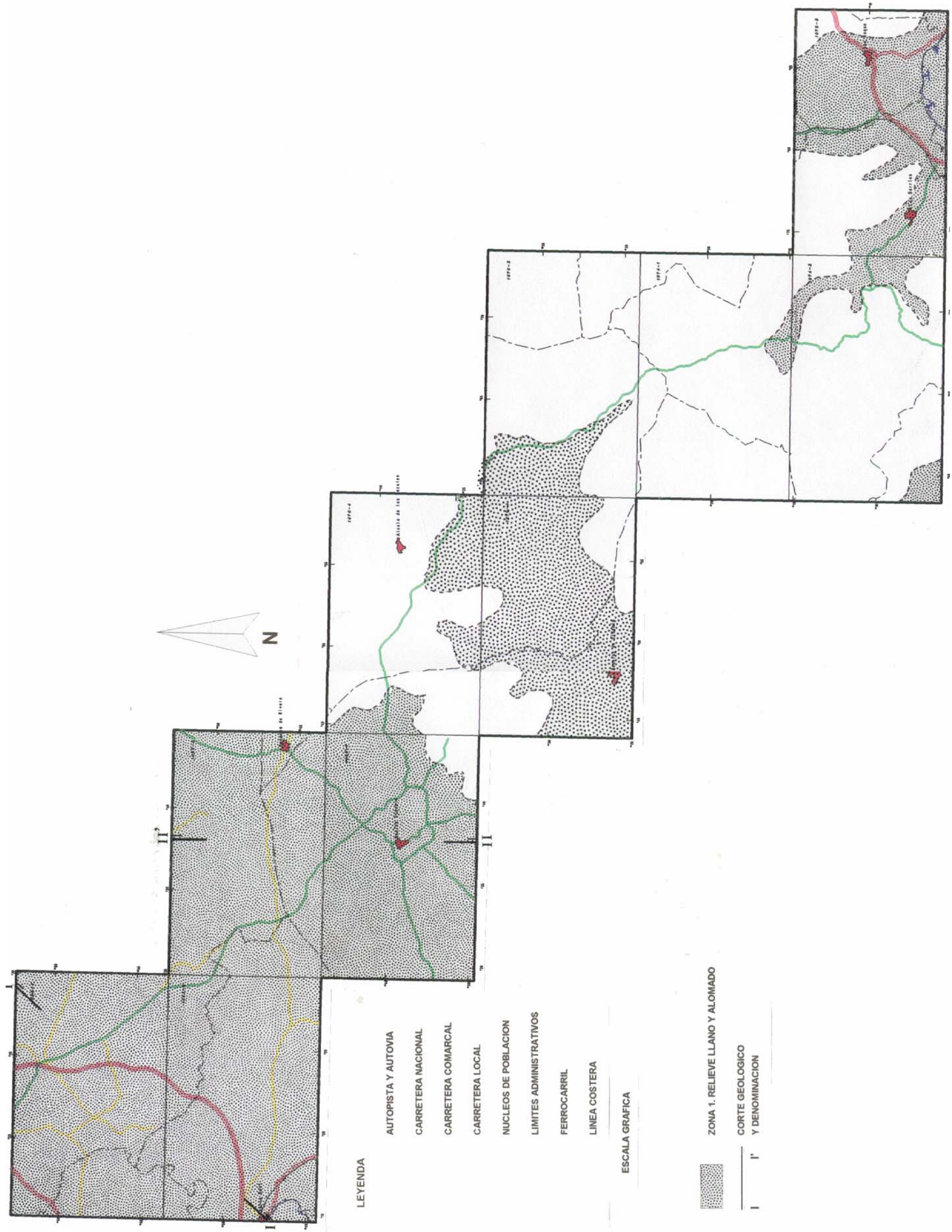


FIGURA 3.2. ESQUEMA DE SITUACIÓN DE LA ZONA 1 Y DE DOS CORTES GEOLÓGICOS REALIZADOS EN ELLA

3.2.1. Geomorfología

Los rasgos morfológicos de la Zona 1 son el resultado de la acción de sistemas morfogenéticos variados (fluvial, marino, marisma, gravedad, etc.) sobre unas formaciones geológicas de naturaleza generalmente blanda, y afectadas, en la mayoría de los casos, por una tectónica compleja.

La Zona 1 se caracteriza, en general, por estar constituida, en su mayor parte, por un relieve suave, compuesto por elevaciones, de cimas redondeadas, de escasa diferencia de cota y de pendientes muy moderadas, separadas por extensos valles de fondo plano y por amplias vaguadas. Por el contrario, las zonas costeras, o próximas al litoral, se caracterizan por presentar un relieve totalmente llano, apenas seccionado por los cursos principales de agua.

Las elevaciones de la Zona 1 responden a tres tipos básicos, que se producen en función del tipo de roca o de material sobre el que están talladas.

En primer lugar, destacan por su extensión en esta Zona, los relieves desarrollados sobre los materiales arcillo-salinos del Triás. La orografía en este caso, aunque de escasa entidad, es agreste; está formada por un buen número de cerros y cerrillos, separados por vaguadas angostas y de escaso recorrido que, en muchas ocasiones, toman el aspecto de cárcavas. Las laderas de estos relieves pueden ser homogéneas, cuando se hallan regularizadas; lobuladas, como consecuencia de antiguos deslizamientos; y con un aspecto rugoso y ruini-forme, cuando afloran en ellas niveles replegados de yesos masivos. Además, la presencia esporádica de crestones dolomíticos, que destacan del relieve circundante, por erosión, dando formas amuralladas, y de cerros empinados ofíticos, aumentan el aspecto de aspereza de este territorio triásico. Otro factor que no propicia la suavidad de estos terrenos es la ausencia casi total de labores agrícolas, debido a la alta salinidad de sus suelos, que, normalmente están colonizados por lentiscos (*Pistacia lentiscus*) creciendo entre escasas encinas (*Quercus ilex*).

La Figura 3.3 muestra, parcialmente, un aspecto del relieve desarrollado en los materiales triásicos.



Figura 3.3. Aspecto de un relieve irregular triásico (213), surcado de frecuentes vaguadas, con afloramientos de yesos masivos (Qy), y un crestón de dolomías (213b) coronando uno de los cerros (Hoja 1070-4).

En segundo lugar, destacan, también por su gran abundancia en esta Zona 1, las elevaciones de morfología alomada, producidas sobre materiales arcillo-margosos con intercalaciones calcáreas, tan característicos de esta Zona. Se trata de montes y colinas, de laderas generalmente regularizadas, con pendientes muy suaves y surcadas, casi regularmente, por pequeñas vaguadas. Las cimas de estos cerros carecen de agudez y, al unirse entre sí, se generan asociaciones morfológicas, alineadas según las directrices estructurales, que funcionan como interfluvios de vertientes redondeadas, separados por extensos valles de fondo plano y amplias vaguadas. En muchas ocasiones estos interfluvios se encuentran formando cubetas de carácter endorreico. Hay que señalar también que sobre este relieve se ha venido desarrollando, históricamente, la mayor parte de las labores agrícolas de la región, que han ido ejerciendo una abrasión mecánica en los niveles rocosos más resistentes y, por lo tanto, una homogeneización y suavización de la morfología.

La Figura 3.4 muestra un aspecto general de un relieve alomado característico en la Zona 1.

En tercer lugar, existe otro tipo de elevaciones que, aunque no muy abundantes, son muy características dentro de esta Zona 1. Se trata de los relieves desarrollados sobre la formación de calcarenitas (grupo 321e). Son unos cerros formados a expensas de materiales con estructura horizontal. Tienen grandes dimensiones y cima plana, más o menos degradada por la erosión, y sus bordes se presentan en forma de escarpes verticalizados, debido a la presencia de los gruesos paquetes rocosos. Por debajo de estos escarpes la pendiente se suaviza, como consecuencia de la menor competencia de las formaciones margosas subyacentes. Estos bordes acantilados son muy susceptibles de degradación, y es muy frecuente encontrar bloques rocosos, de dimensiones ciclópeas, caídos y acumulados al pie del relieve. Estas elevaciones características, que han sido labradas por la erosión del relieve adyacente, forman los típicos "cerros testigo", en los que pueden observarse los restos de algunas formaciones que recubrían el resto del territorio. Las localidades de Medina-Sidonia y Benalup de Sidonia se encuentran en la culminación de unos de estos relieves.

La red de drenaje característica de la Zona 1 tiene dos aspectos básicos. En primer lugar, los ríos principales, que se hallan ya en su curso bajo, tienen un marcado carácter meandriforme y han generado, en su divagar progresivo, extensas llanuras de inundación, que constituyen el fondo plano de los valles.



Figura 3.4. Asociaciones de relieves alomados de un sector de la Zona 1, limitando un amplio valle de fondo plano (Hoja 1062-2).

Un buen ejemplo de esta característica es el formado por el río Guadalete, a su paso por el sector noroccidental del Tramo, como puede apreciarse en la Figura 3.5.



Figura 3.5. Llanura de inundación del río Guadalete a su paso por la cortijada de Lomopardo (Hoja 1062-4). Puede observarse la gran amplitud del valle formado por el río. Al fondo los relieves triásicos y cretácicos que limitan dicho valle.

El segundo aspecto de la red de drenaje es el formado por la red secundaria. Esta se desarrolla en general de forma dendrítica, formando una estructura arborescente, en la que los cursos de agua tributarios se unen a la corriente principal con ángulos agudos. Este tipo de red, que no manifiesta un control estructural, puede estar localmente modificada por elementos tectónicos y pasar a ser una red de tipo angulado. La densidad de la red o textura (proximidad entre sí de las líneas de drenaje), que depende de la permeabilidad de los materiales por la que discurre, es fina en los materiales arcillo-salinos del Trías, media en las litologías margo-calcáreas y gruesa en las formaciones de naturaleza detrítica. La Figura 3.6 muestra un esquema de los tres tipos de textura en la red de drenaje.

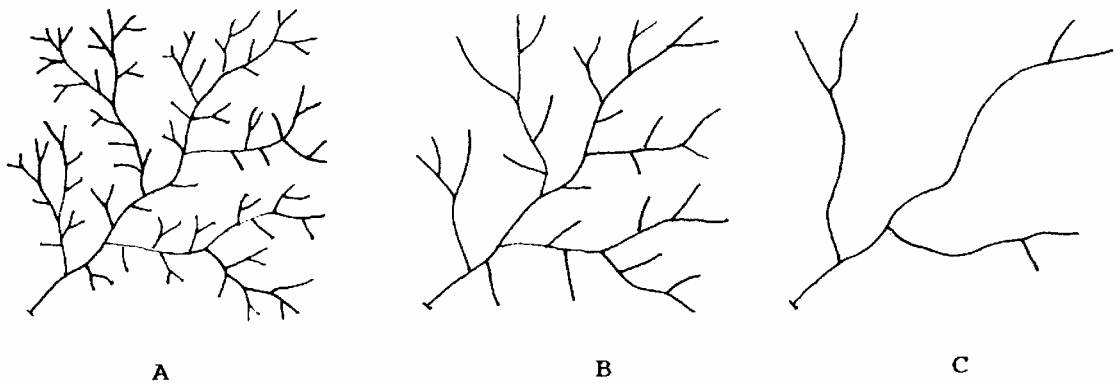


Figura 3.6. Tipos básicos de red de drenaje, en función de su textura. A: Cuenca de textura fina; B: Cuencas de textura media y C: Cuencas de textura gruesa.

Los ríos que constituyen la red de drenaje principal del sector estudiado desembocan en el Océano Atlántico (Guadalete y Barbate) y en el Mar Mediterráneo (Palmones y Guadarranque). Dentro del Tramo estudiado se hallan las desembocaduras de los ríos Guadalete, Palmones y Guadarranque, siendo la del primero morfológicamente diferente a la de los segundos.

El río Guadalete, que presenta un valle muy amplio, cuyo fondo plano está constituido por una extensa llanura de inundación, llega a una costa atlántica, escasamente accidentada y baja, influenciada por las mareas, en la que se desarrollan extensas zonas de marisma, recorridas por canales artificiales, que han sido construidos históricamente para el aprovechamiento de la sal marina, por evaporación. La Figura 3.7 muestra un aspecto parcial de una de estas zonas de marisma, que caracterizan un sector del ángulo suroccidental del Tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios.



Figura 3.7. Vista parcial de la marisma que forma parte del Parque Natural de la Bahía de Cádiz, en las proximidades de la localidad de Puerto Real (Hoja 1062-3).

Los ríos Palmones y Guadarranque desembocan en una costa mediterránea (Bahía de Algeciras) que, aunque relativamente accidentada por una cierta proximidad de las Sierras que conforman el Complejo del Campo de Gibraltar (Zona 2), ha sido suavizada mediante la erosión ejercida por dichos ríos, así como por la deposición de los sedimentos transportados por ellos desde las Sierras Béticas.

Por último señalar que todos los relieves descritos, que caracterizan la Zona 1 del Tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios, están afectados, además de la erosión ejercida por los ríos, por una remodelación química (formación de suelos residuales por la alteración del substrato rocoso) y física. Esta última puede realizarse mediante deslizamientos de materiales alterados previamente o reblandecidos por la humedad, causando el deslizamiento de las laderas en donde se encuentran, o mediante el desprendimiento y la caída de bloques y otros elementos de la formación afectada. En ambos casos, las pendientes morfológicas originales se van degradando, con lo que el relieve evoluciona hacia una suavización progresiva.

3.2.2. Tectónica

La Zona 1, de relieve llano y alomado, corresponde básicamente con el sector subbético, por lo que sus características estructurales están determinadas por las de ésta unidad geotectónica.

Las características tectónicas generales del Subbético, en el área que nos ocupa, han estado producidas por dos hechos principales: En primer lugar, un acortamiento general de la corteza en sentido N-S, y, en segundo lugar, la alta plasticidad y el gran espesor de los materiales del Trías, que forman la base de la Plataforma Subbética.

Durante el Mioceno inferior (final del Aquitaniense) se produce una importante fase de tectónica tangencial, con empujes hacia el Norte. Esta deformación origina un plegamiento, así como la acumulación de tensiones, en los materiales de la serie Subbética, y especialmente en los triásicos. Estos, debido a su gran plasticidad y escasa resistencia, se independizan de su basamento y generan el denominado "*primer nivel de despegue*". A favor de esta superficie se produce el desplazamiento de la cobertera Subbética hacia el Norte o Noroeste. Sincrónicos a este desplazamiento hacia el Norte, y generados para estabilizar las tensiones ejercidas en los materiales más competentes, aparecen otras superficies que independizan bloques dentro de la serie Subbética. Estas superficies constituyen lo que se ha denominado como "*segundo nivel de despegue*" y se originan a favor de los materiales incompetentes, margo-arcillosos, del tránsito Cretácico inferior-Cretácico superior, concretamente entre el Aptiense y el Cenomanense. El resultado estructural de este proceso de deformación es la presencia de una sucesión, en primer lugar de pliegues, y, posteriormente, de cabalgamientos, de dirección general Este-Oeste, y vergentes al Norte. Los cabalgamientos están formados por retazos, más o menos individualizados, de la cobertera Subbética plegada que, con geometría de "*placas*", flotan, unas veces, sobre los materiales triásicos (*primer nivel de despegue*), y otras, sobre las margas arcillosas cretácicas (*segundo nivel de despegue*).

El apilamiento de las series subbéticas suprayacentes, por medio de los cabalgamientos descritos, y otros que se producen sincrónicamente a ellos en territorios más orientales (cabalgamientos del Complejo del Campo de Gibraltar), induce una sobrecarga en los materiales plásticos basales, originándose el comportamiento diapírico de los mismos. Mediante este efecto de sobrecarga, se producen importantes movimientos halocinéticos de masas triásicas, así como extrusiones laterales de las mismas. El resultado estructural de esta migración salina, es la presencia en la zona de cabalgamientos y recubrimientos de los materiales del Trías sobre otras formaciones estratigráficamente más altas. Además, fragmentos de la cobertera desmembrada, consecuencia de esta halocinesis, junto con los materiales triásicos infrayacentes, deslizaron de forma caótica hacia el Valle del Guadalquivir, durante el Mioceno superior (Tortonense), formando parte del Complejo Olistostrómico que invadió buena parte de esta depresión.

La Figura 3.8 corresponde a dos cortes geológicos esquemáticos realizados en esta Zona 1, que muestran unos aspectos de las características tectónicas y morfológicas de la misma.

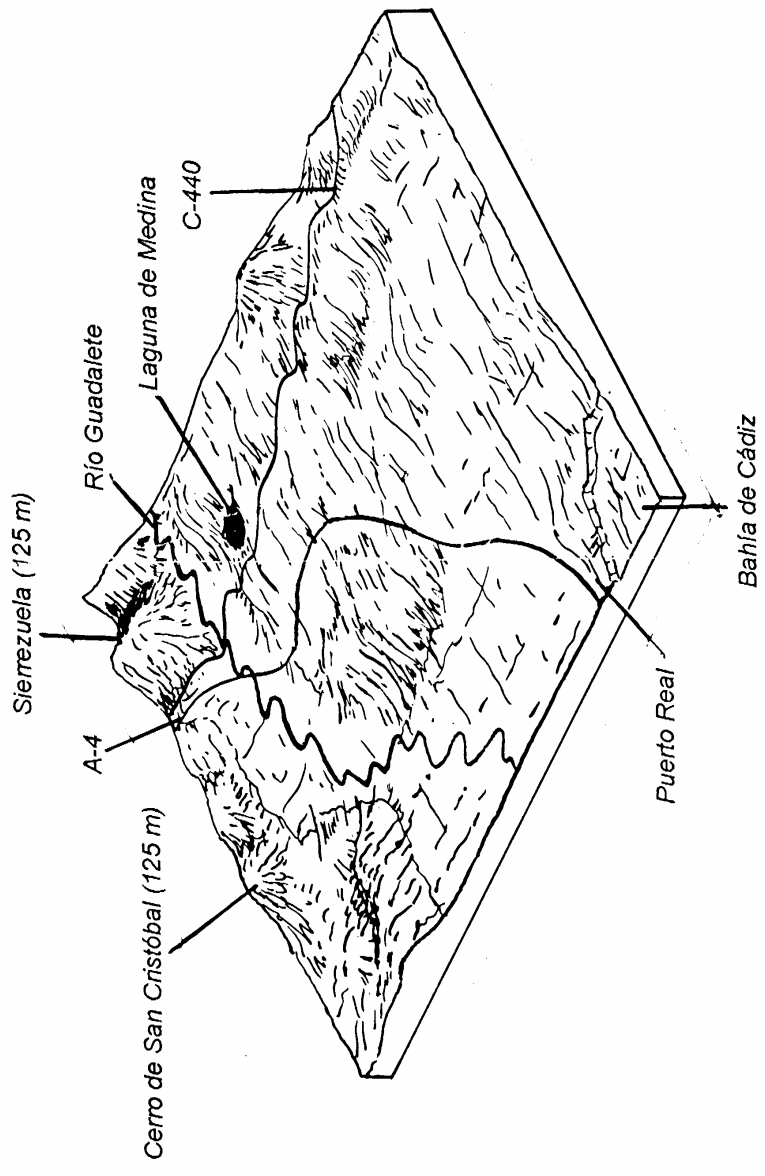
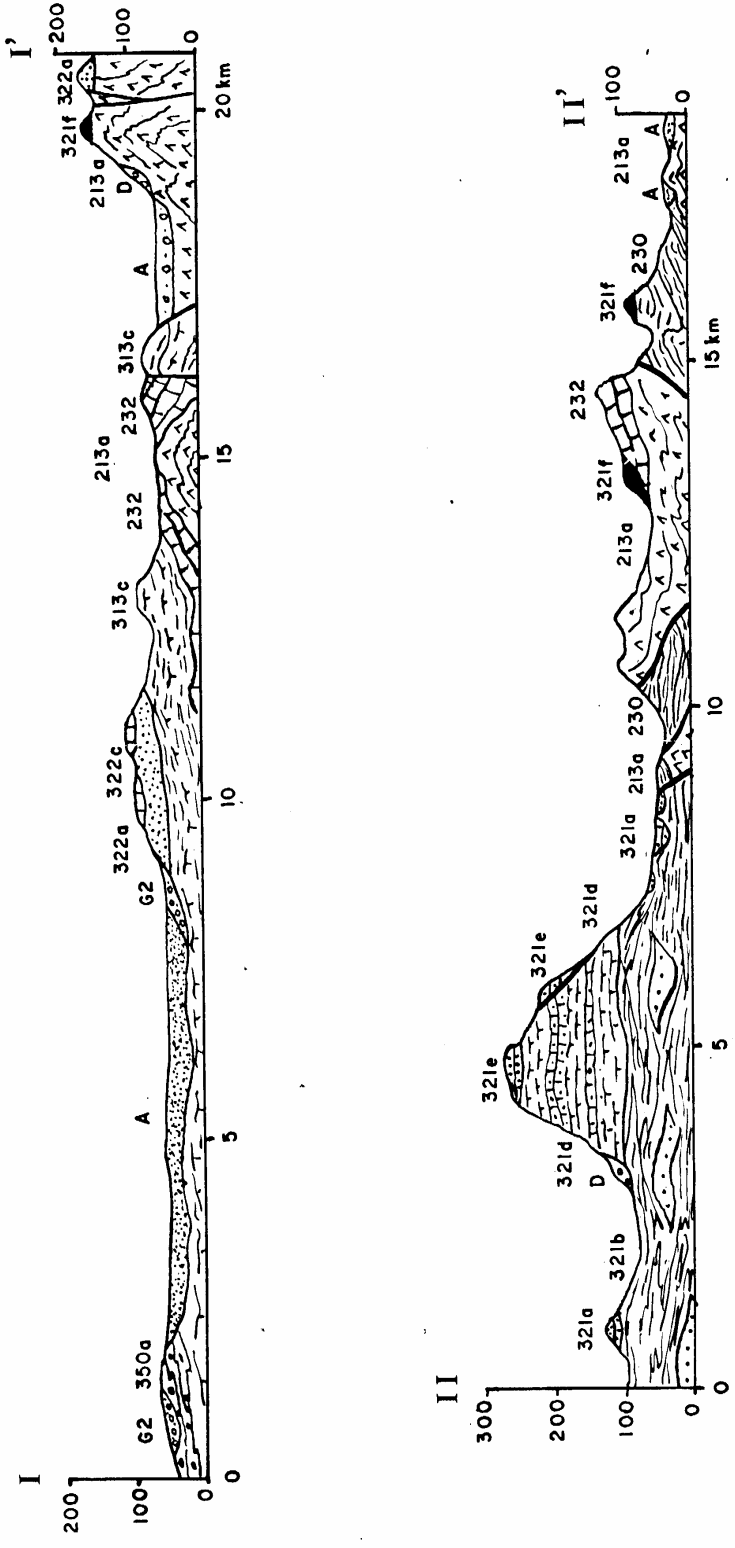


FIGURA 3.8 CORTES GEOLÓGICOS ESQUEMÁTICOS Y BLOQUE DIAGRAMA, REALIZADOS EN LA ZONA 1.

3.2.3. Columna estratigráfica

Los diferentes grupos litológicos que se han diferenciado en la Zona 1 se reseñan en la columna estratigráfica que se muestra en la Figura 3.9

COLUMNA ESTRATIGRAFICA						
COLUMNA LITOLOGICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO		
	ALUVIAL GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS		A	GT-11		
	ELUVIAL ARENAS, ARCILLAS Y ARCILLAS YESIFERAS		V			
	CONOS DE DEYECCION Y ABANICOS ALUVIALES		D			
	GRAVAS CON MATRIZ ARENO-ARCILLOSA		G1			
	GLACIS ARENAS Y ARCILLAS CON CANTOS		G2			
	GLACIS GRAVAS CUARCITICAS Y ARENAS ARCILLOSAS		M		GT-10	
	MARISMA ARCILLAS Y LIMOS FANGOSOS		R		GT-11	
	PLAYA ARENAS		C1		GT-12	
	DESLIZAMIENTOS DE LADERA Y DESPRENDIMIENTOS					
	BLOQUES, BOLOS, CANTOS Y ARENAS ARCILLOSAS		C2			
	COLUVIAL CANTOS, BOLOS Y BLOQUES CON MATRIZ ARENO-ARCILLOSA		PLIO-CUATERNARIO		350b	GT-7
	ARENAS CON CANTOS DISPERSOS				350a	GT-4
	ARENAS, ARCILLAS, MARGAS Y CALCARENITAS	322c		GT-8		
	CALIZAS LACUSTRES	PLIOCENO		322b	GT-6	
	CONGLOMERADOS CON MATRIZ ARENOSA Y ABUNDANTES RESTOS DE CONCHAS			322a	GT-7	
	ARENAS Y LIMOS	MIOCENO		321g	GT-4	
	MARGAS, ARENISCAS Y ARENAS			321f		
	MARGAS SILICEAS CON RADIOLARIOS, MORONITAS			321e	GT-5	
	CALCARENITAS Y BIOCALCARENITAS			321d	GT-4	
	MARGAS ARENOSAS, ARENISCAS MARGOSAS Y CALCARENITAS					
	ARCILLAS VERSICOLORS CON INTERCALACIONES DE LIMOLITAS, ARGILITAS Y ARENISCAS			321b	GT-2	
	ARENISCAS SILICEAS CON INTERCALACIONES DE ARCILLAS Y LIMOLITAS			321a	GT-3	
	ARCILLAS, MARGAS Y CALCARENITAS		OLIGOCENO	313c	GT-4	
	ARCILLAS Y ARENISCAS MICACEAS			313b	GT-2	
	CALCARENITAS, CALIZAS BIOCLASTICAS Y ARCILLAS		EOCENO	312a	GT-4	
	MARGAS, ARCILLAS, MARGOCALIZAS, CALIZAS BIOCLASTICAS Y CALIZAS ARENOSAS					
	CALIZAS, MARGAS Y ARCILLAS		PALEOCENO	311		
	MARGAS, CALIZAS, ARCILLAS Y CALCARENITAS	TERCIARIO	300			
	MARGAS Y MARGOCALIZAS	INDIFERENCIADO				
	ARCILLAS VERSICOLORS, ARENISCAS, LIMOLITAS, BLOQUES DE ARENISCA Y DE CALCARENITA	CRETACICO	230	GT-2		
	CALIZAS Y DOLOMIAS	JURASICO. LIAS	221	GT-8		
	YESOS, MARGAS YESIFERAS Y ARCILLAS	TRIASICO	213a	GT-1		
	DOLOMIAS Y CALIZAS DOLOMITICAS		213b	GT-8		
	OFITAS		213c	GT-9		

Figura 3.9. Columna estratigráfica de la Zona 1

3.2.4. Grupos litológicos

Las formaciones geológicas o "grupos litológicos" que se han diferenciado en esta Zona 1 son los siguientes:

ALUVIAL. GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS, (A).

- Litología

A esta formación pertenecen los depósitos de las terrazas, llanuras de inundación y de los cauces actuales de los ríos. Dichos depósitos están compuestos por una gran variedad de elementos detríticos, y se dan desde limos arcillosos hasta elementos de tamaño bolo.

Los cauces de los ríos principales están formados por barras de gravas, redondeadas a subredondeadas, heterométricas y heteromorfas, de cuarcita, caliza, arenisca y ofita, con matriz arenosa, de grano medio a grueso (Figura 3.10).



Figura 3.10. Aspecto de detalle de las gravas del cauce del río Barbate, a su paso por las proximidades de la localidad de Alcalá de los Gazules (Hoja 1070-4).

Los cauces de la red secundaria se encuentran rellenos por depósitos de fondo de vaguada, que están constituidos por limos arenosos con cantos dispersos de arenisca, caliza, cuarcita y ofita, siendo frecuentes los lentejones de arcillas (Figura 3.11).



Figura 3.11. Aspecto de detalle de los depósitos de fondo de vaguada, que caracterizan los aluviales de la red secundaria. Proximidades de la localidad de Medina-Sidonia (Hoja 1069-1).

Los depósitos de la llanura de inundación, que corresponde a la terraza más baja, son de naturaleza limo-arenosa con cantos dispersos de arenisca y, en menor medida, de caliza, cuarcita y ofita. La superficie de estas llanuras de inundación están recubiertas por un nivel limo-arcilloso, que corresponde a la deposición de los episodios sedimentarios más recientes.

Las terrazas están compuestas por arenas, gravas y bolos, con escaso contenido en finos. Puede existir cementación y pasar a ser conglomerados heterométricos, de matriz arenosa y cemento carbonatado (Figura 3.12).



Figura 3.12. Detalle de un nivel conglomerático perteneciente a la terraza del río del Alamo, a su paso por las proximidades de la localidad de Benalup de Sidonia (Hoja 1070-3).

- Estructura

Los depósitos aluviales tienen una estructura subhorizontal, con una cierta inclinación hacia el cauce y hacia aguas abajo, y una disposición lenticular, como consecuencia de su sedimentación en barras. La potencia es superior a 2 m.

- Geotecnia

Son materiales erosionables, fácilmente excavables y con capacidad portante media o baja. Se caracterizan por tener una permeabilidad alta, que puede dar lugar a la aparición de niveles freáticos elevados y que están relacionados con el nivel estacional de los ríos. El terreno formado por estos depósitos aluviales es local y temporalmente inundable y, especialmente la superficie de las llanuras de inundación, encharcable.

Es una formación útil como yacimiento granular y de materiales de préstamos, aunque son escasas las explotaciones de gravas en el ámbito del Tramo.

No han sido observados taludes de interés, pero dado su carácter desagregado, las excavaciones que se realicen en estos materiales no admitirán taludes muy inclinados.

ELUVIAL. ARENAS, ARCILLAS Y ARCILLAS YESIFERAS, (V).

- Litología

Se trata de un grupo litológico de composición variable, dependiendo del tipo de sustrato sobre el que se desarrollan.

Existen suelos residuales formados a expensas de los materiales arenosos del Plioceno (grupo 322a). Se trata de arenas de grano fino a medio, con una matriz limo-arcillosa que les confiere una tonalidad rojiza, que es consecuencia de la alteración de los minerales micáceos a arcillas y a la oxidación de estas. La Figura 3.13 muestra el aspecto de estas arenas.



Figura 3.13. Suelo residual arenoso desarrollado sobre formaciones de arenas del grupo (322a). Proximidades de la localidad de San Roque (Hoja 1075-3).

Sobre las formaciones de composición margosa y carbonatada se desarrollan suelos arcillosos, que son debidos a la descalcificación de las calizas y margas. Están formados por arcillas rojizas y grisáceas, carbonatadas, plásticas y con algunas proporciones de restos de rocas sin alterar. La Figura 3.14 corresponde a un detalle de este tipo de suelo.



Figura 3.14. Arcillas de descalcificación formando un suelo residual sobre formaciones carbonatadas. Proximidades del p.k. 24 de la carretera C-440 (Hoja 1062-2).

La alteración de los materiales arcillo-salinos del Trías produce el tercer tipo de suelo residual considerado. Se trata de arcillas rojas, plásticas y con un alto contenido en sulfatos, procedentes del cemento yesífero y de la disolución de los paquetes de yesos masivos (Figura 3.15).

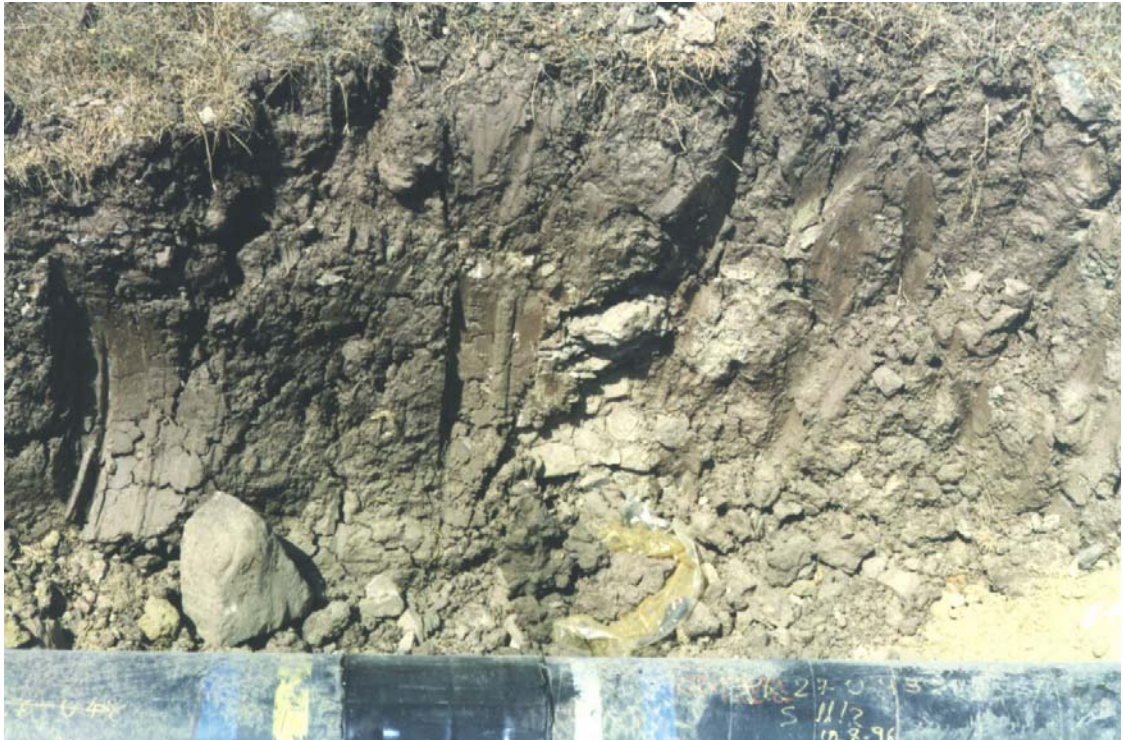


Figura 3.15. Aspecto de detalle de las arcillas eluviales desarrolladas sobre el grupo (213a). Proximidades del p.k. 1,5 de la carretera local C-440-Paterna de Ribera (Hoja 1062-2).

- Estructura

Como consecuencia de su génesis, este grupo se presenta con estructura masiva y se dispone, irregularmente, en horizontes sobre las formaciones sobre las que se desarrolla. Los mayores espesores de estos suelos se dan en las zonas de menor gradiente topográfico que se hallan frecuentemente saturadas de agua. La potencia es muy variable y oscila entre 1 y 4 m.

- Geotecnia

Se trata de materiales fácilmente excavables que tienen una capacidad portante baja y pueden dar lugar a la aparición de asentamientos de magnitudes altas. Los suelos arenosos son muy erosionables y los arcillosos alterables, tanto por hidratación como por disolución, especialmente los que tienen cemento yesífero. Además éstos últimos son agresivos a los hormigones normales.

La permeabilidad de los suelos arenosos es alta y no se producen encharcamientos en sus superficies, ya que el material tiene la suficiente capacidad de infiltración para que el drenaje profundo funcione adecuadamente. Por el contrario, los suelos arcillosos tienen permeabilidades bajas, por lo que el drenaje profundo es deficiente. En este ca-

so son frecuentes los encharcamientos, que actúan negativamente sobre los materiales, reblandeciéndolos.

No existen taludes artificiales en esta formación superficial.

CONOS DE DEYECCION Y ABANICOS ALUVIALES. GRAVAS CON MATRIZ ARENO-ARCILLOSA, (D).

Este grupo se encuentra descrito en la Zona 2 (pag. 108), al ser más característico de la misma.

GLACIS. ARENAS Y ARCILLAS CON CANTOS, (G1).

- Litología

Esta formación aparece adosada al pie de algunos relieves de la Zona, desarrollados sobre formaciones de naturaleza arcillosa o margosa. Se trata de un glacis de acumulación constituido por limos y arcillas, con una cierta proporción de arenas medias y gruesas, así como una escasa proporción de cantos de arenisca y de limolitas, procedentes de las intercalaciones de estas rocas entre las arcillas.

- Estructura

Son acumulaciones masivas y sin ordenamiento interno, que forman amplias superficies llanas, o ligeramente convexas, inclinadas del orden de 10° desde las laderas de los relieves hacia el valle o vaguada. La potencia de esta formación está comprendida entre 6 m y 10 m. La Figura 3.16 muestra el aspecto de la disposición de esta formación superficial.

- Geotecnia

Es una formación ripable, erosionable, y con capacidad portante media-baja.

La permeabilidad es media y el drenaje profundo moderado. La escorrentía discurre con normalidad, ya que las superficies formadas por este glacis tienen las pendientes suficientes para ello.

Existen taludes artificiales de alturas bajas que con inclinaciones subverticales son estables. Para alturas medias, y dada la naturaleza arcillosa de la formación se recomiendan diseños de 2H:1V.



Figura 3.16. Aspecto panorámico de un glacis de acumulación (G1), en las proximidades del p.k. 6,5 de la carretera local Alcalá de los Gazules-Paterna de Ribera (Hoja 1070-4).

GLACIS ANTIGUOS. CANTOS DE CUARCITA Y CUARZO, Y ARENAS, (G2).

- Litología

Estos depósitos corresponden a antiguas formaciones superficiales de glacis de acumulación. Se encuentran en el borde occidental del Tramo, en donde se extienden bordeando la bahía de Cádiz. Están constituidos por gravas cuarcíticas empastadas por una matriz arenosa de color rojizo.

Los cantos de las gravas, fundamentalmente de cuarcita, son heteromorfos y muy heterométricos, dándose desde el tamaño grava hasta el de bloque. Tienen un grado de redondez variable y se encuentran bolos esféricos y otros subredondeados.

La matriz es arenosa, de grano grueso y microconglomerática, y tiene una cierta proporción de fracción limosa que confiere al conjunto la tonalidad rojiza característica de la formación.

La Figura 3.17 corresponde a un aspecto de estos depósitos de glacis.



Figura 3.17. Aspecto de detalle de los depósitos de glacis antiguos del grupo G2, en las proximidades de la localidad de Puerto Real (Hoja 1062-3).

- Estructura

Se trata de acumulaciones caóticas de materiales que se encuentran bordeando la bahía de Cádiz y erosionando materiales más antiguos, por lo que se adaptan a los mismos y forman superficies ligeramente inclinadas hacia el litoral.

Carecen de ordenamiento interno y no se observa ningún tipo de estratificación, por lo que tienen un aspecto masivo. La potencia de esta formación es del orden de 2-3 m.

- Geotecnia

Los materiales que componen esta formación se caracterizan por ser erosionables y fácilmente excavables. La capacidad portante es de tipo medio y los asentamientos a que pueden dar lugar son de la misma magnitud.

La permeabilidad es generalmente alta y se desarrolla por porosidad intergranular. El drenaje profundo generado es fácil. La escorrentía superficial tiene escaso desarrollo, debido a la alta capacidad de infiltración de los materiales.

Los taludes artificiales realizados en estos materiales son de alturas bajas, tienen inclinaciones de 45° y muestran caídas permanentes de cantos, así como fenómenos de aterramiento. Lo más adecuado es ir a taludes de 35° , revegetados.

Debido a la naturaleza de esta formación, sus materiales pueden ser empleados para préstamos y en la construcción de terraplenes eliminando los elementos más grandes.

MARISMA. ARCILLAS Y LIMOS FANGOSOS, (M).

- Litología

Este grupo aparece únicamente representado en los extremos del Tramo. Está constituido por arcillas y limos fangosos, de colores verdosos y marrones. En las zonas más próximas al continente los limos son ligeramente arenosos. Estos aportes detríticos más gruesos proceden de la denudación de los relieves limítrofes.

- Estructura

Se trata de depósitos que han rellenado una zona de ensenada bajo unas condiciones tectónicas tranquilas, por lo que tienen una estructura horizontal. El espesor es indeterminado.

- Geotecnia

Son materiales flojos y poco consolidados, caracterizados por tener una escasa resistencia. Esto origina que su capacidad portante sea baja y que se produzcan asientos de magnitudes altas. Además, la zona de marisma en donde aparecen estos suelos se caracteriza por la proximidad del nivel freático a la superficie, así como zonas próximas a la costa inundadas por la marea. Estas características (suelos blandos y nivel freático alto) condicionan la cimentación de estructuras y terraplenes. Aunque no es previsible que ambos elementos sean de grandes dimensiones, dado lo llano del relieve.

En relación a los desmontes hay que señalar que en el área de este Tramo ocupada por estos materiales no ha sido realizado ninguno, y no es previsible la necesidad de ellos, debido a la ausencia total de elevaciones. No obstante, en caso de efectuarse excavaciones, éstas podrán llevarse a cabo con medios mecánicos, pero teniendo en cuenta que el nivel freático es muy superficial y pueden originarse desplomes en las zanjas.

La permeabilidad de estos suelos es baja, dado el carácter limo-arcilloso de los mismos. El drenaje profundo se realiza lentamente, con un gradiente hidráulico muy bajo, que produce un pequeño flujo del agua subterránea hacia el mar. El drenaje superficial es muy deficiente, por lo que la superficie de la marisma se encharca fácilmente ante grandes aportaciones hídricas.

DEPOSITOS DE PLAYA. ARENAS, (R).

- Litología

Este grupo está representado únicamente por una pequeña zona que ha sido representada en la esquina suroriental del Tramo. Está compuesto por arenas de grano medio y fino de colores claros y amarillentos, ausentes totalmente de fracción arcillosa y con frecuentes acumulaciones de restos rudáceos de conchas.

- Estructura

Estos materiales se presentan con estratificación horizontal y su disposición interna varía según se trate de la zona intermareal (foreshore) o aquella que está por encima del nivel habitual de las mareas (backshore). En el primer caso las capas de arenas presentan laminación cruzada planar de pequeño ángulo, con un buzamiento constante hacia el mar. Por el contrario, en el segundo caso en el que los materiales están retrabajados además por el viento, aparecen laminaciones paralelas y laminaciones cruzadas de bajo ángulo, orientadas en distintas direcciones. Ocasionalmente también pueden aparecer *ripples* de corriente. La potencia de estos depósitos es indeterminada.

- Geotecnia

Se trata de materiales totalmente desagregados que tienen una capacidad portante baja, son muy erosionables y fácilmente excavables.

La permeabilidad, desarrollada por la gran porosidad intergranular, es muy alta, por lo que se origina un drenaje profundo fácil, pero con un bajo gradiente hidráulico, dada la cercanía al mar. La escorrentía superficial no tiene apenas desarrollo, debido a la gran capacidad de infiltración de estos materiales. Los niveles freáticos son altos y variables, en función de las mareas.

No existen taludes en esta formación. Las zanjas que hubieran de ser excavadas en estos materiales, tendrán que ser entibadas, para evitar la aparición de desplomes.

DESLIZAMIENTOS DE LADERA Y DESPRENDIMIENTOS. BLOQUES, BOLOS Y CANTOS Y ARENAS ARCILLOSAS, (C1).

COLUVIAL. CANTOS, BOLOS Y BLOQUES CON MATRIZ ARENO-ARCILLOSA, (C2).

Estos dos grupos han sido descritos en la Zona 2 (páginas 110 y 114, respectivamente), al aparecer en ella con mayor extensión.

ARENAS CON CANTOS DISPERSOS, (350b).

- Litología

Grupo de escasa representación dentro del Tramo, aparece únicamente en dos pequeños afloramientos próximos a la localidad de Puerto Real (Hoja 1062-3), los cuales son de difícil observación, por encontrarse muy recubiertos de vegetación y por suelo agrícola. Se trata de sedimentos arenosos, ricos en cuarzo, de grano medio y fino, y con algunos cantos dispersos. La Figura 3.18 corresponde a una pequeña trinchera abierta en estos materiales.



Figura 3.18. Detalle de las arenas silíceas del grupo (350b), en las proximidades de la localidad de Puerto Real (Hoja 1062-3).

- Estructura

Este grupo se presenta con estructura horizontal y los materiales carecen de ordenamiento interno, por lo que aparecen con aspecto masivo. La potencia de este grupo es de 3 m.

- Geotecnia

Se trata de unos materiales fácilmente excavables, muy erosionables y con capacidad portante media.

La permeabilidad es alta, se desarrolla por porosidad intergranular y genera un drenaje profundo fácil. El drenaje superficial está poco desarrollado, debido a la gran capacidad de infiltración que tienen las arenas.

No se han observado taludes de interés, y no es previsible que este grupo intervenga en desmontes altos, debido a su escasa potencia.

ARENAS, MARGAS, ARCILLAS Y CALCARENITAS, (350a).

- Litología

Se trata de un grupo complejo formado por distintas oscilaciones del nivel del mar, en un ambiente de transición marino-continental (Lagoon), y compuesto por una alternancia irregular de arenas, margas, arcillas y calcarenitas.

Las arenas son de grano fino, medio y grueso, tienen colores amarillos y rojizos, y es muy frecuente la presencia en ellas de nódulos de carbonato, así como cantos de cuarcita y de cuarzo. La matriz es limo-arcillosa, de color rojiza.

Las margas son arenosas, de colores verdosos y están casi siempre acompañadas de arcillas del mismo color. Normalmente presentan nódulos de carbonato y conchas de bivalvos.

Las calcarenitas presentan abundantes restos orgánicos, son amarillas y aparecen con cantos de cuarcita y cantos blandos.

La Figura 3.19 corresponde a un aspecto de detalle de un miembro arenoso con nódulos de carbonato de esta formación.



Figura 3.19. Detalle de las arenas con carbonatos del grupo (350a), en las proximidades de la localidad de Puerto Real (Hoja 1062-3).

- Estructura

Se trata de un grupo litológico con estructura horizontal, depositado sobre una superficie de erosión, como muestra la Figura 3.20, en la que puede observarse cómo una excavación ha puesto de manifiesto la discordancia existente entre esta formación y otra subyacente. La potencia total del conjunto es de 16-18 m.

- Geotecnia

Los materiales que componen este grupo son fácilmente ripables con medios mecánicos; tienen una alta capacidad portante, ya que se encuentran lo suficientemente preconsolidados; y son escasamente erosionables.

La permeabilidad es media, debido a la presencia de capas margosas y a la presencia de finos en la matriz de las arenas. El drenaje profundo es moderado, y el superficial está facilitado por la suficiencia de las pendientes topográficas.

Los taludes que puedan ser realizados en esta formación serán estables con diseños 3H:2V.

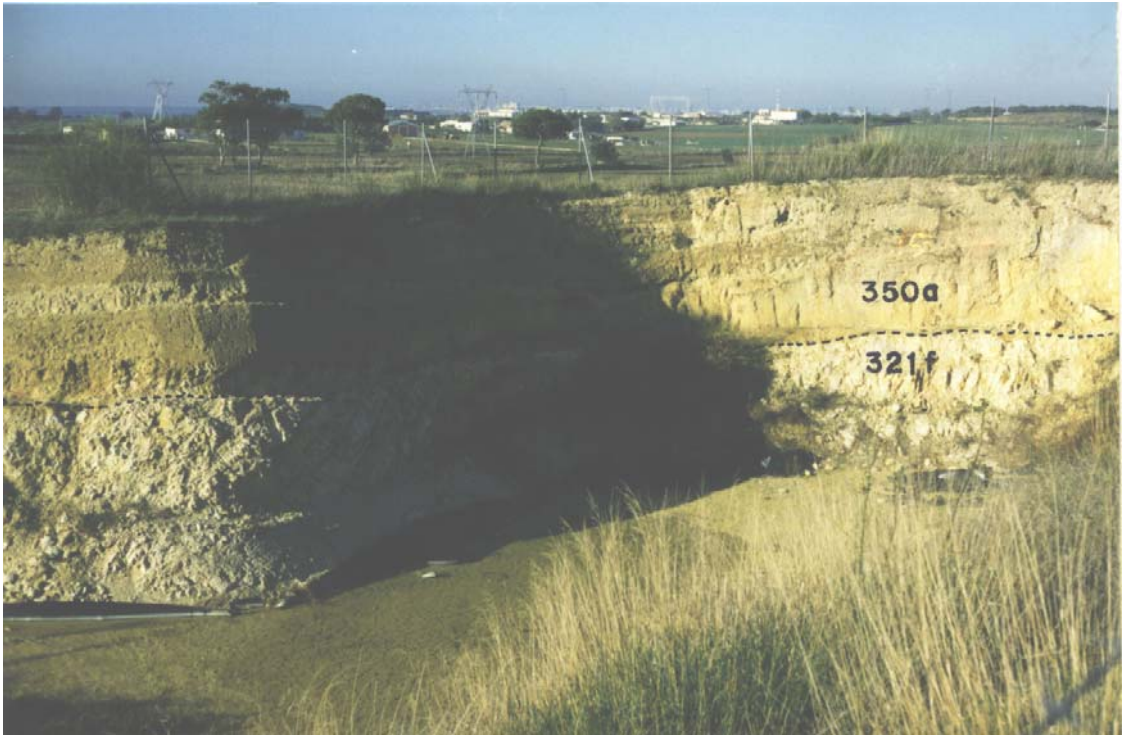


Figura 3.20. Vista de la disposición de los materiales del grupo (350a) (nivel superior) sobre la formación plegada de moronitas (321f) (nivel inferior) que, en este caso, constituye el substrato. Proximidades de la localidad de Puerto Real (Hoja 1062-3).

CALIZAS LACUSTRES, (322c).

- Litología

Situada en el sector occidental del Tramo se encuentra esta formación, que constituye la culminación de la sedimentación pliocena, y está representada por depósitos químicos, de origen lacustre.

Los materiales más abundantes en este grupo son unas calizas muy margosas, pulverulentas y de color blanquecino. Sin embargo estas calizas pasan, localmente, a ser microcristalinas y micríticas, de colores marrones claros, con abundantes oquedades debidas a la presencia de restos de fauna y algas de origen continental. La Figura 3.21 presenta un detalle de un bloque de calizas micríticas perteneciente a esta formación.



Figura 3.21. Aspecto de detalle de las calizas microcristalinas del grupo (322c). Proximidades del p.k. 9,5 de la carretera C-440 (Hoja 1062-4).

- Estructura

Se trata de materiales post-tectónicos por lo que la estructura del grupo es horizontal, aunque pueden existir inclinaciones locales, que son debidas a la adaptación de los materiales a la cuenca lacustre en la que se depositan. Los materiales aparecen estratificados en capas de 0,2 m a 0,5 m, y a veces con aspecto masivo. La potencia total del conjunto es de 50 m, aproximadamente.

- Geotecnia

Se trata de una formación que presenta frecuentes cambios laterales de facies, desde términos calizos puros hasta otros margosos. Estos cambios en la naturaleza de los terrenos hace que las características geotécnicas de la formación sean variables. Las zonas de caliza no son ripables ni erosionables, y cuentan con una capacidad portante alta. Por el contrario, las zonas de margas son fácilmente ripables, erosionables y alterables; con una capacidad portante media, que puede dar lugar a asentos de iguales magnitudes.

La permeabilidad del conjunto es baja y el drenaje profundo difícil. Sin embargo, a través de las fracturas de los horizontes calizos se desarrolla una cierta circulación de las aguas de precipitación. Esta desemboca normalmente en las zonas de ladera, en forma de pequeños rezumes que no llegan a tener, en la mayoría de los casos, la categoría de fuentes o manantiales. Estas aguas, aunque escasas, pueden originar el reblandecimiento y la pérdida de cohesión de los niveles margosos en el entorno de estos pequeños acuíferos. El drenaje superficial es fácil en las zonas de ladera, pero difícil en las plataformas llanas formadas por estos materiales. En estas áreas es previsible la aparición de encharcamientos, que producirán el aumento de plasticidad y pérdida de resistencia de los terrenos.

Estos materiales están siendo explotados en el cerro *Viento* (108 m) por la fábrica de cemento "ALBA" (Figura 3.22).



Figura 3.22. Fábrica de Cemento ALBA, situada en el p.k. 9 de la carretera C-440 (Hoja 1062-4).

CONGLOMERADOS CON MATRIZ ARENOSA Y ABUNDANTES RESTOS DE CONCHAS, (322b).

- Litología

Se trata de una formación muy característica en las proximidades de la Bahía de Cádiz, por su empleo en la construcción de bloques para pilares y sillares (Figura 3.23), constituyendo las denominadas "Facies Ostionera", por ser muy abundantes los restos fósiles del género *Ostrea*.



Figura 3.23. Aspecto de detalle de la facies "ostionera", en un bloque dedicado a la construcción, en el que puede observarse a gran abundancia de restos de conchas que le dan el aspecto característico.

El conjunto litológico de este grupo está formado, de base a techo, por un tramo de lumaquelas con restos de lamelibranquios, y arenas con granoselección positiva. También aparecen gravas de cuarcita de tamaños comprendidos entre 3 y 5 cm. En el techo de este tramo existe un nivel de arcillas verdes, que sirven de transición al siguiente tramo, constituido por conglomerados en facies "ostionera", que alternan con niveles o secuencias arenosas con tamaños de grano variables. La Figura 3.24 ofrece un aspecto de detalle de los conglomerados de este grupo.

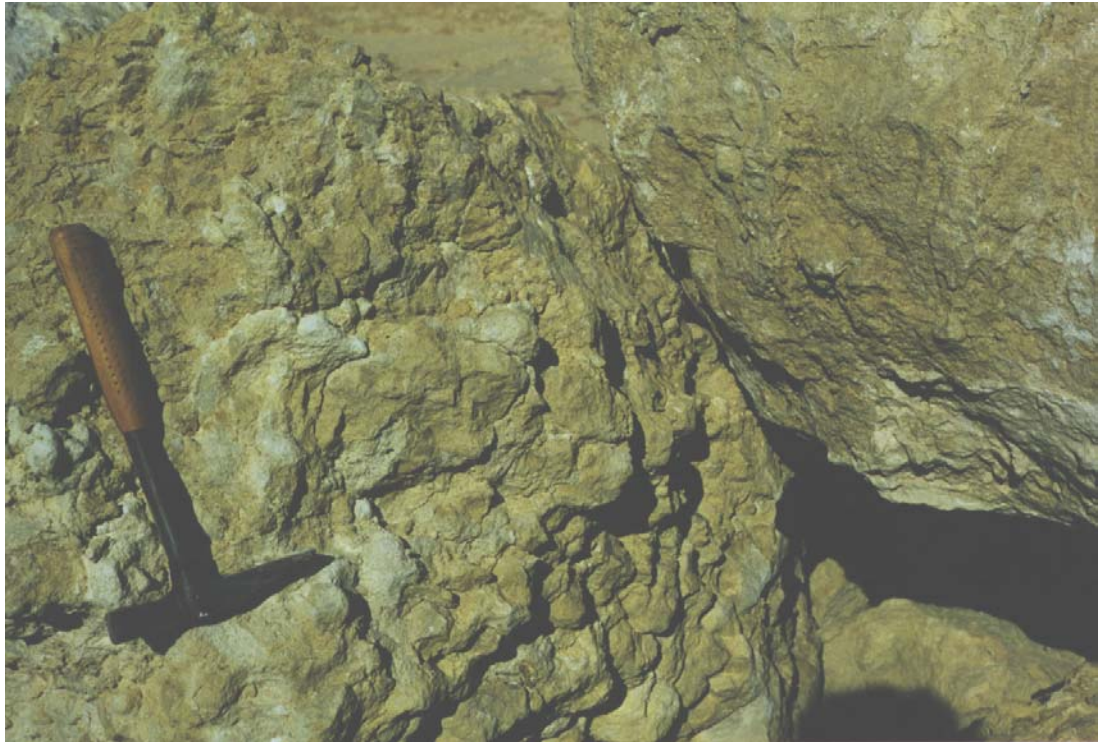


Figura 3.24. Aspecto de detalle de un bloque de conglomerado del grupo (322b). Proximidades de la localidad de Puerto Real (Hoja 1062-3).

- Estructura

La estructura de esta formación es horizontal, y los materiales aparecen con una estratificación difusa, en capas o secuencias granulométricas de 0,1 a 1 m de espesor. La potencia total del conjunto es del orden de 40 a 50 m.

La Figura 3.25 muestra un aspecto parcial de la disposición que en ocasiones presentan estos materiales.

- Geotecnia

Se trata de materiales cuyas características de excavación van a estar en función de la presencia de intercalaciones arenosas, más blandas; pero en general, forman un terreno no ripable o con ripabilidad marginal. La capacidad portante del conjunto es alta y no es de prever la aparición de asentamientos. Sin embargo, pueden darse fenómenos de erosiones diferenciales entre los paquetes de conglomerados y los niveles de arenas y de arcillas.

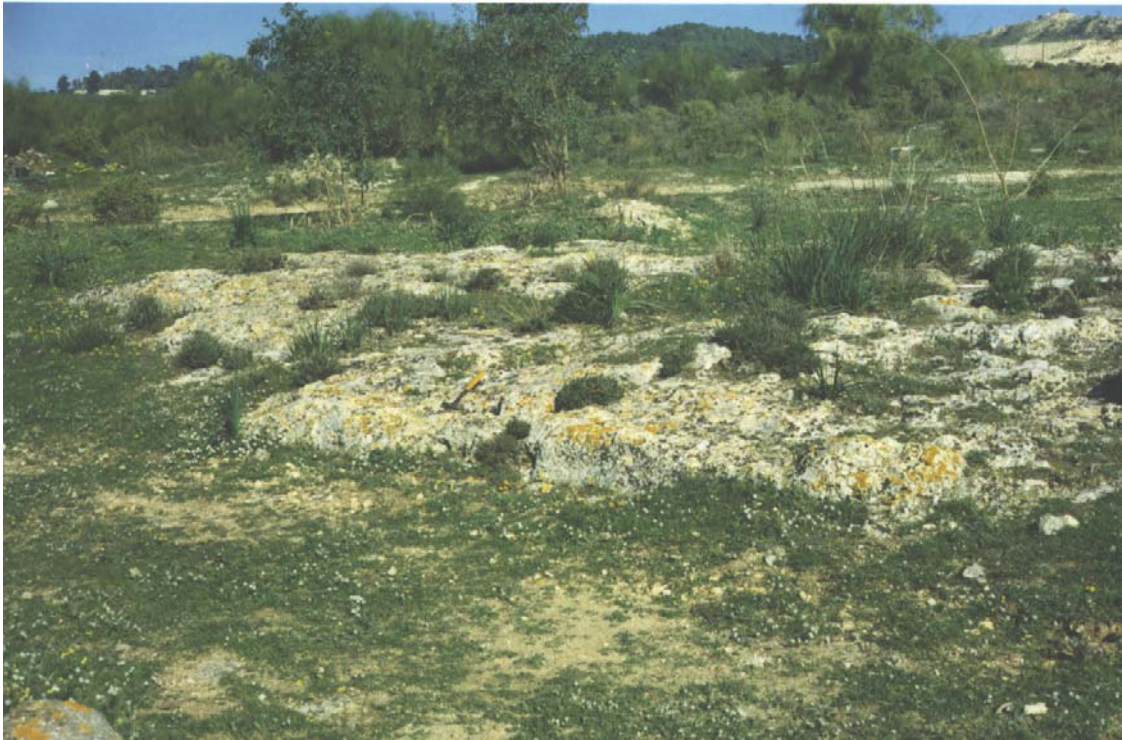


Figura 3.25. Aspecto de los afloramientos de los conglomerados en facies "ostionera" del grupo (322b), al pie de la Sierra de San Cristóbal (Hoja 1062-4). Puede observarse cómo la topografía se adapta a los niveles rocosos y no se producen resaltes.

La permeabilidad es alta, debido a la alta porosidad de los materiales, por lo que el drenaje profundo es muy fácil. Asimismo, el drenaje superficial discurre adecuadamente, dada la morfología, ligeramente inclinada, del terreno formado por estos materiales.

Los taludes observados en esta formación corresponden a excavaciones realizadas para la construcción. Son de alturas bajas y se mantienen estables con inclinaciones subverticales. Sin embargo, pueden aparecer, a largo plazo, desprendimientos de bloques rocosos, descalzados por la erosión diferencial. Por este motivo, es aconsejable diseñar taludes próximos a 2H:3V y añadir cunetones de recogida de piedras.

ARENAS Y LIMOS, (322a).

- Litología

Se trata de uno de los grupos más característicos del Tramo, especialmente en los sectores suroriental y noroccidental del mismo, que es donde en mayor extensión aparece.

Esta constituido por arenas limpias amarillas, de grano fino, medio y grueso, con abundantes restos de conchas. También aparecen niveles de limos arenosos amari-

llos, que pueden estar formando parte de la matriz o componiendo finos niveles independientes. La Figura 3.26 presenta el aspecto de detalle de estas arenas.



Figura 3.26. Detalle de las arenas del grupo (322a), en las proximidades de la localidad de Los Barrios (Hoja 1075-3).

En algunas ocasiones existe una cierta cementación de algunos niveles arenosos y los materiales pasan a tener un aspecto arenisco, como muestra la Figura 3.27. Esporádicamente aparecen finos niveles lenticulares de cantos de cuarcita, de pequeño tamaño.



Figura 3.27. Aspecto de unos estratos de arenas amarillas que presentan una cierta cementación. Obsérvese la existencia de niveles descalzados por la erosión diferencial. Proximidades de la Estación de San Roque (Hoja 1075-3).

- Estructura

Se trata de un grupo post-tectónico plioceno, que recubrió determinadas zonas formadas por un substrato mesozoico y terciario, constituyendo unos relieves de relleno generalmente llanos, cuyos bordes se han ido degradando paulatinamente. La estructura de la formación es horizontal y los materiales se disponen generalmente con aspecto masivo o con una estratificación difusa, debida a secuencias sedimentarias de distinta granulometría. Otras veces, cuando existe alguna cementación, se observan estratos bien definidos de 0,3 a 0,5 m de espesor. La potencia total de la formación es muy variable, ya que se encuentra rellenando un paleorrelieve, pero puede ser del orden de 100 m. La Figura 3.28 muestra un aspecto de la disposición de los materiales de este grupo.



Figura 3.28. Ejemplo de la disposición de las arenas del grupo (322a), en un arenero próximo al barrio de la Estación de San Roque (1975-3). Se observa una estratificación difusa aparente sólo por la distinta humedad de las capas de arena.

- Geotecnia

Los materiales que componen este grupo son fácilmente excavables, son muy erosionables, y la capacidad portante es en general de tipo medio, así como la magnitud de los asentamientos que se puedan producir.

Ensayos realizados en las arenas de este grupo, en estudios anteriores, arrojan los siguientes resultados:

LÍMITES DE ATTERBERG			PROCTOR NORMAL	
L. Líquido	L. Plástico	I. Plasticidad	Dens. max.	Hum. opt.
N.P.	N.P.	N.P.	1,88 t/m ³	14,9%
CLASIFICACIÓN U.S.C.S./ASTM			CLASIFICACIÓN H.R.B./AASHTO	
			A-2-A	
DESCRIPCIÓN DEL SUELO: ARENA CON ARCILLA LIMOSA Y GRAVILLA				

La permeabilidad del conjunto es muy alta y el drenaje profundo de la formación se realiza de una forma eficaz. La escorrentía superficial no plantea problemas de encharcamientos en las zonas llanas de culminación de los relieves, debido a la gran capacidad de infiltración de las arenas. La formación funciona como un acuífero colgado.

Recibe las aguas de precipitación y las canaliza hasta su límite inferior, normalmente impermeabilizado por una formación de naturaleza arcillosa. A través de ese contacto, y especialmente en las zonas de media ladera, esos materiales arcillosos se reblandecen, disminuyen su resistencia y presentan solifluxiones que van inestabilizando dichas laderas.

Los taludes observados corresponden a los frentes de las explotaciones de las arenas. Son de baja altura y presentan múltiples huellas de erosión (acarcavamientos) y acumulaciones del pie de los mismos. Los taludes recomendados para esta formación son 3H:2V o 2H:1V, según se trate de arenas más o menos densas, respectivamente.

MARGAS, ARENISCAS Y ARENAS, (321g).

- Litología

Grupo de reducida extensión, aparece en la esquina septentrional del borde occidental del Tramo y al Norte de la localidad de Paterna de Ribera (Hoja 1062-2), formando unos relieves alomados de pendientes muy suaves.

Está formado por una alternancia irregular de margas grises o azuladas, que pueden pasar lateralmente a margas arenosas de colores amarillentos; arenas amarillas, de grano medio a fino y con matriz limosa de color ocre; y areniscas de grano fino, con matriz limosa y cemento carbonatado.

- Estructura

Esta formación está afectada por las últimas deformaciones alpinas, por lo que la estructura de los materiales que la componen está formada por una sucesión de pliegues sinclinales y anticlinales, de buzamientos suaves. Los materiales se disponen de forma variable. Las areniscas se encuentran formando lechos bien estratificados, de espesores centimétricos y decimétricos. Las arenas aparecen con una estratificación difusa, formada por secuencias sedimentarias de distintas granulometrías y, a veces, con aspecto masivo. Las margas se encuentran bien estratificadas en niveles de espesor decimétrico, aunque muy alterados superficialmente. La potencia total de la formación es de 100 m a 150 m.

- Geotecnia

Los materiales de esta formación son fácilmente ripables, medianamente erosionables y tienen una capacidad portante alta.

La permeabilidad varía de muy baja, en los estratos margosos, a media-alta, en los niveles arenosos. El drenaje profundo es moderado, y discurre sobre todo por las capas de arena, provocando pequeños rezumes locales. La escorrentía superficial es buena, dada la morfología del terreno.

Se han observado taludes de alturas medias, que, con diseños de 2H:3V, se mantienen totalmente estables. No obstante, es aconsejable la revegetación de los mismos para paliar las erosiones que puedan darse en los niveles arenosos.

La Figura 3.29 corresponde a un aspecto de conjunto de los materiales que componen este grupo.



Figura 3.29. Aspecto de los materiales del grupo (321g), en un talud, totalmente estable, de la carretera N-IV, próximo al p.k. 647 (Hoja 1062-4). Pueden observarse los tres tipos de litologías descritas, así como la estructura de las mismas, por medio de los lechos de arenisca.

MARGAS SILICEAS CON RADIOLARIOS. MORONITAS, (321f).

- Litología

Aunque en el Tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios están escasamente representadas, se trata de una de las formaciones más características de la Cuenca del Guadalquivir, ya que fueron descritas por primera vez en 1886, por S. CALDERON y M. PAUL, en la localidad de Morón de la Frontera (Sevilla).

Las "moronitas" están constituidas por margas blancas silíceas, de tamaño de grano arenoso y limoso, compuestas por esqueletos de Radiolarios y Diatomeas. Localmente pueden aparecer niveles en donde las margas han perdido su cementación y aparecen como limos blancos, sueltos y pulverulentos. También existen niveles de margas arenosas blanquecinas y de aspecto tableado. En la región son también denominadas "albarizas", por su color blanco característico. Normalmente, la formación se halla recubierta por un suelo de alteración arcilloso carbonatado de colores blanquecinos y pardos. La Figura 3.30 presenta un aspecto parcial de las margas blancas del grupo (321f).



Figura 3.30. Aspecto de detalle de las margas blancas o "moronitas" del grupo (321f), en una excavación realizada en el cerro de Lomopardo, en las proximidades de la cortijada del mismo nombre (Hoja 1062-4).

- Estructura

Se trata de una formación compleja, desde el punto de vista tectónico. Existen evidencias de que las moronitas más antiguas son solidarias con unidades subbéticas que cabalgaron sobre otras, durante la fase de retrocabalgamientos. Por el contrario, las moronitas más modernas son claramente autóctonas y pueden encontrarse cabalgadas por las más antiguas (para-autóctonas). Los afloramientos de esta formación forman una morfología alomada, con pendientes generalmente regularizadas y suavizadas por los suelos residuales y por la acción agraria desarrollada sobre ellas. Los materiales se presentan plegados y bien estratificados en lechos de espesores centimétricos, que le dan un aspecto tableado (Figura 3.31), y en capas decimétricas y métricas. Además existe un diaclasado, de grandes espaciados que es subperpendicular a la estratificación.

La potencia total del grupo, en el ámbito del Tramo estudiado, es de aproximadamente 100 m.

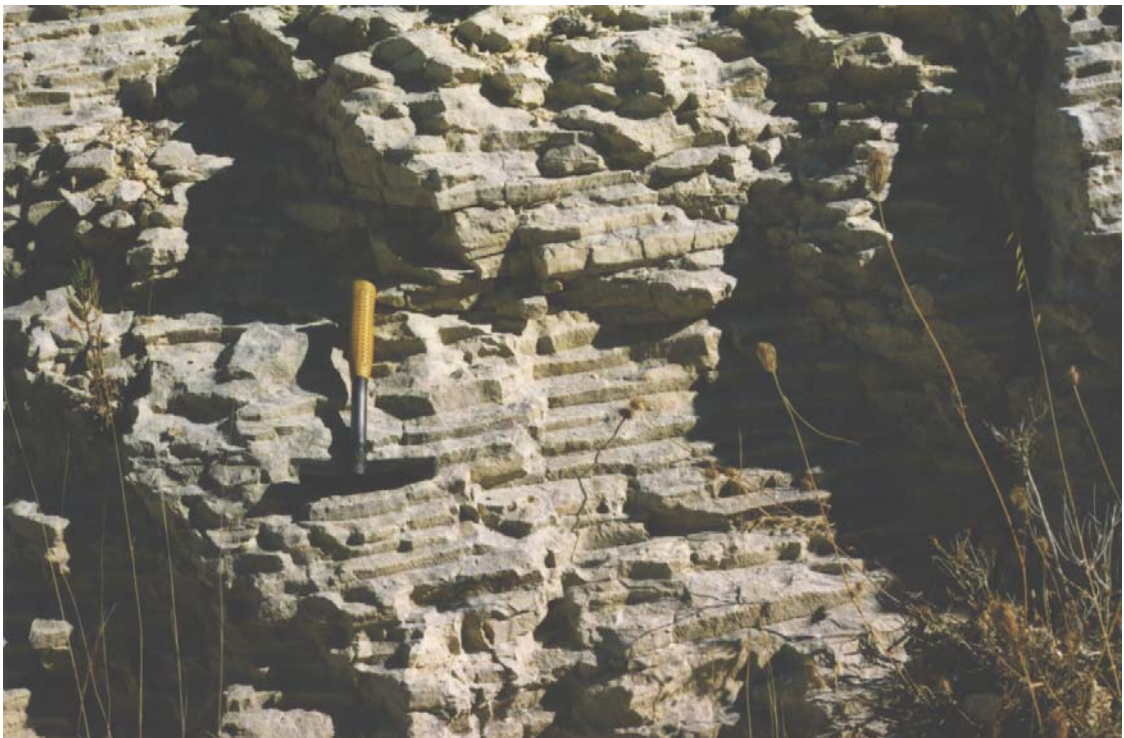


Figura 3.31. Aspecto de la estructura tableada de unas margas arenosas del grupo (321f), en el cerro de Lomopardo (Hoja 1062-4). Pueden observarse también algunas diaclasas que cortan el macizo rocoso ortogonalmente a la estratificación.

- Geotecnia

Los materiales que componen este grupo son en general ripables, aunque pueden existir niveles en los que sea necesario el empleo de un preparado previo, para su remoción. La capacidad portante de la formación es alta; sin embargo en los suelos residuales arcillosos, desarrollados sobre ella, es baja. Son terrenos poco erosionables, pero alterables por hidratación.

La permeabilidad es baja, aunque existe un cierto drenaje profundo que se desarrolla a través de la red de fisuración del macizo. La escorrentía se desarrolla con normalidad debido a que el relieve favorece su evacuación.

Los taludes observados en esta formación son escasos y corresponden a pequeñas excavaciones realizadas en la misma. Son de pequeñas alturas y se mantienen estables con inclinaciones subverticales, aunque presentan caídas de cantos. Para realizar taludes de grandes alturas habrá que tener en cuenta la estructura local de la formación, mediante el estudio de la misma en estaciones geomecánicas, y darles la inclinación más adecuada, para evitar o paliar la posible caída de bloques y cuñas. No obstante, diseños cercanos a 2H:3V pueden ser considerados "a priori" los más adecuados.

CALCARENITAS Y BIOCALCARENITAS, (321e).

- Litología

Se trata de una formación muy característica en la región, aunque no presenta una gran extensión en el Tramo. Esto es debido a que es explotada y utilizada como material de préstamo en casi todos los lugares en donde aparece.

Son unas calcarenitas de colores blanquecinos y amarillos, cuyos granos de tamaño medio, grueso y muy grueso (microconglomeráticas), están formados, en su mayor parte, por restos de conchas, aunque también existen granos de cuarzo que pueden alcanzar proporciones del 40 al 60%, y en menor medida cantos blandos de glauconita. El cemento que sirve de trabazón a estos elementos aloquímicos es carbonatado micrítico. Existen niveles poco cementados y más arenosos que tienen el aspecto típico del "albero", utilizado en casi toda Andalucía occidental para la mejora y adorno de caminos.

La superficie de estas rocas puede presentar recubrimientos totales o parciales de arcillas rojizas carbonatadas, procedentes de la descalcificación de los carbonatos ("*terra rossa*"). Son suelos residuales generalmente de escasa potencia.

Las Figuras 3.32 y 3.33 son dos aspectos de detalle de las calcarenitas bioclásticas.



Figura 3.32. Detalle de las calcarenitas blancas, con una granulometría de tamaño medio, en una cantera abierta en la localidad de Benalup de Sidonia (Hoja 1070-3).

- Estructura

Se trata de una formación postectónica, por lo que aparece con estructura horizontal, aunque localmente pueden existir afloramientos basculados, como muestra la Figura 3.34.



Figura 3.33. Detalle de las calcarenitas amarillas, de grano grueso, en una cantera abierta en las proximidades de la localidad de Los Barrios (Hoja 1075-3).

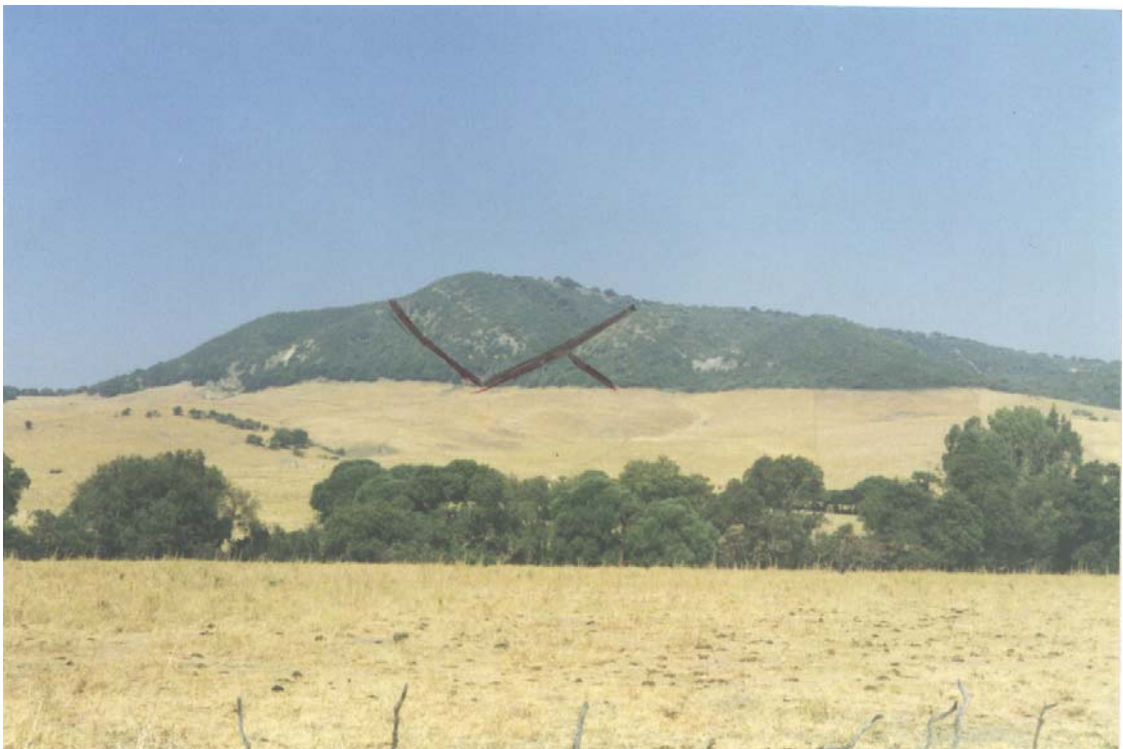


Figura 3.34. Panorámica en donde se aprecia el buzamiento que toma la formación de calcarenitas (321e) en el paraje de Cerro Redondo (Hoja 1070-4).

La horizontalidad de la estructura hace que las morfologías constituidas por estas rocas sean de cimas llanas y tabulares, dando a los cerros, en general, formas de mesetas. En estos relieves los materiales se disponen en secuencias de espesor centimétrico a decimétrico, entrelazadas por estratificaciones cruzadas planares de gran y de media escala. La potencia total del conjunto está comprendida entre 50 m y 75 m.

La Figura 3.35 muestra un aspecto de la disposición de las calcarenitas en uno de los afloramientos observados.

- Geotecnia

Se trata de materiales generalmente ripables, aunque pueden existir niveles, con una cementación muy fuerte, que requieran el empleo de martillo para su remoción. La capacidad portante es alta y la erosionabilidad baja.



Figura 3.35. Estructura horizontal y disposición laminar entrecruzada de las secuencias de calcarenitas del grupo (321e), en una pequeñas cantera abierta en las proximidades de la localidad de Los Barrios (hoja 1075-3).

La permeabilidad, desarrollada por la gran porosidad eficaz de la roca, es alta, por lo que el drenaje profundo es fácil. La escorrentía superficial no se acumula produciendo encharcamientos, debido a la gran capacidad de infiltración de las calcarenitas.

Los taludes observados en esta formación corresponden a los frentes de cantera abiertos en ella. Son subverticales tanto los de alturas bajas como los de gran altura. Sin embargo, aunque a corto plazo las calcarenitas se mantienen estables, con el tiempo, y la meteorización, se van abriendo grietas de tracción en los bordes de los escarpes y se producen caídas de bloques de dimensiones ciclópeas. Se recomienda, por tanto, ir a taludes de 1H:1,5V o 1H:2V para aumentar la estabilidad de los mismos, así como construir en su pie cunetones de recogida de piedras.

MARGAS ARENOSAS, ARENISCAS MARGOSAS Y CALCARENITAS, (321d).

- Litología

Grupo de reducida extensión dentro del Tramo, constituye una serie subyacente de transición a la formación de calcarenitas anteriormente descritas (321e), y aparecen únicamente en las proximidades de las localidades de Medina-Sidonia y Benalup de Sidonia (Hojas 1069-1 y 1070-3, respectivamente).

Esta formado por una alternancia de margas arenosas de colores grises y azulados, con intercalaciones de biocalcarenitas de espesores decimétricos a métricos, los cuales van aumentando su presencia hacia el techo de la serie, hasta el contacto con el grupo (321e). Los afloramientos de estas rocas son de mala calidad debido a la presencia de un continuo recubrimiento eluvial, de naturaleza limo-arcillosa, y a las actividades agrícolas desarrolladas sobre él. La Figura 3.36 corresponde al aspecto de las mismas en una pequeña excavación realizada para la construcción de un camino vecinal, en las afueras de la localidad de Benalup de Sidonia (Hoja 1070-3).

- Estructura

Lo mismo que las calcarenitas del grupo anterior se trata de una formación postectónica, que mantiene una estructura horizontal, siendo concordante con la serie suprayacente (321e) y discordante con la subyacente, que corresponde con el grupo (321b), de arcillas versicolores con intercalaciones de limolitas y areniscas, denominado "*Arcillas con Tubotomaculum*". El aspecto de los materiales es masivo, excepto los niveles calcareníticos que aparecen bien estratificados. La potencia total de este grupo es del orden de 120 m a 140 m.



Figura 3.36. Aspecto parcial de las margas grises de la formación (321d), en las proximidades de la localidad de Benalup de Sidonia (Hoja 1070-3).

- Geotecnia

Son materiales ripables y con capacidad portante alta. Son alterables, pero escasamente erosionables.

La permeabilidad es baja y el drenaje profundo difícil, por lo que el aumento de presiones intersticiales sobre los suelos de alteración y sobre las margas más alteradas, puede provocar fenómenos de inestabilidad. Este proceso se ve favorecido, al aparecer siempre la formación en zonas de ladera. Por el contrario, el drenaje superficial es fácil, dadas las pendientes topográficas.

No se han observado taludes de interés abiertos en este grupo. Se recomiendan diseños de 2H:2,5V.

ARCILLAS VERSICOLORS CON INTERCALACIONES DE LIMOLITAS, ARGILITAS Y ARENISCAS, (321b).

ARENISCAS SILICEAS CON INTERCALACIONES DE ARCILLAS Y LIMOLITAS, (321a).

Estos grupos litológicos se encuentran descritos en la Zona 2 (páginas 118 y 125, respectivamente), al ser más característicos de la misma.

ARCILLAS, MARGAS, CALIZAS Y CALCARENITAS, (313c).

- Litología

Grupo formado por una serie arcillo-margosa, con intercalaciones de calizas y calcarenitas.

Las arcillas y margas son verdosas y muy ricas en montmorillonitas y en yesos secundarios, así como en óxidos de hierro. Aparecen normalmente muy alteradas a un suelo residual, de colores oscuros, en el que aflora esporádicamente algún nivel rocoso. La Figura 3.37 muestra un relieve característico de esta formación recubierto por el horizonte de alteración, en el que se desarrollan las actividades agrícolas.

Las calizas son más abundantes en la base del conjunto y están constituidas por micritas compactas, de color crema y asalmonado, cuyo aspecto de detalle se muestra en la Figura 3.38.



Figura 3.37. Relieve alomado típico de la formación (313c), recubierto por un suelo residual arcilloso. Proximidades del p.k.21 de la carretera C-343 (Hoja 1062-2).



Figura 3.38. Detalle de las calizas micríticas del grupo (313c), en las proximidades del p.k. 21 de la carretera C-343 (Hoja 1062-2).

Las calcarenitas son de grano medio y grueso, con abundantes restos de conchas de tamaño rudáceo, y tienen colores amarillos y ocre. La Figura 3.39 presenta el aspecto de estas calcarenitas.



Figura 3.39. Detalle de las calcarenitas del grupo (313c), en las proximidades del p.k. 21 de la carretera C-343 (Hoja 1062-2).

- Estructura

Se trata de una formación cuyas capas arcillosas han actuado como nivel de despegue durante los movimientos tectónicos alpinos principales, por lo que su estructura regional es de cabalgamiento. Sin embargo, estas estructuras no son observables, ya que no existen buenos afloramientos de este grupo. Las distintas litologías quedan de manifiesto en el terreno porque aparecen pequeños bancos resistentes entre los suelos arcillosos y por la presencia de piedras arrancadas por el arado y amontonadas en los distintos "majanos" que, esporádicamente, jalonan los campos.

La potencia total del conjunto puede ser del orden de 60 m a 80 m.

- Geotecnia

Es una formación fácilmente ripable, exceptuando los niveles de calcarenitas y especialmente los de calizas, que tendrán que recibir un tratamiento previo para su excavación. La capacidad portante es baja, dado el carácter generalmente arcilloso

de la formación. Además, la presencia de montmorillonita en su composición hace que estos materiales sean expansivos.

La permeabilidad es muy baja y el drenaje profundo deficiente, lo que produce en los materiales aumentos de las presiones intersticiales que inestabilizan las laderas, aún con pequeñas pendientes. El drenaje superficial es fácil, ya que el gradiente topográfico es adecuado.

En esta formación no se han observado taludes de interés. Las laderas naturales tienen inclinaciones del orden de 15° a 20° y manifiestan inestabilidades superficiales en forma de solifluxiones. Para la construcción de taludes en este grupo se recomiendan diseños próximos a 2H:1V.

ARCILLAS Y ARENISCAS MICACEAS, (313b).

CALCARENITAS, CALIZAS BIOCLASTICAS Y ARCILLAS, (313a).

MARGAS, ARCILLAS, MARGOCALIZAS, CALIZAS BIOCLASTICAS Y CALIZAS ARENOSAS, (312a).

Estos tres grupos se encuentran descritos en la Zona 2 (páginas 136, 138 y 140, respectivamente), por encontrarse en ella con mayor extensión y ser más característicos de la misma.

CALIZAS, MARGAS Y ARCILLAS, (311).

- Litología

Grupo de reducida extensión dentro del Tramo, está representado, únicamente, por un afloramiento situado en la esquina occidental del borde meridional del Tramo (Hoja 1070-2).

Se trata de una alternancia irregular de arcillas y margas de colores verdosos y amarillentos, con niveles de calizas margosas y margocalizas, de fractura concoidea, y a veces calizas microcristalinas bioclásticas, con laminación paralela, y de espesor centimétrico.

La observación de estos materiales es difícil, ya que los afloramientos de esta formación son de mala calidad, debido al recubrimiento de suelo residual arcilloso que es aprovechado para las labores agrícolas.

- Estructura

Regionalmente, esta formación interviene en la tectónica de laminas o mantos que, procedentes del Surco Turbidítico, cabalgan sobre la Plataforma Subbética. Corresponde a la Lámina del Almarchal. La estructura general presenta una orientación NO-SE y los buzamientos de los flancos están invertidos, son vergentes al NE y SE, y tienen inclinaciones de 25° a 30°, en sentido SO y NO. El relieve formado por este grupo litológico es suavemente alomado, con pendientes no superiores a 20°. Aunque la potencia total del conjunto, en lugares situados fuera del Tramo, puede ser del orden de 300 m, en el área que nos ocupa se estima próxima a los 30 m a 40 m.

- Geotecnia

Se trata de materiales ripables en su conjunto, aunque pueden existir niveles calcáreos, con ripabilidad marginal, que necesiten un preparado previo para ser excavados. La capacidad portante es baja en los niveles arcillosos y margosos, aumentando en presencia de niveles de calizas y margocalizas. Se trata de un grupo poco erosionable, pero alterable, especialmente los materiales margo-arcillosos, que desarrollan un suelo residual de la misma naturaleza.

La permeabilidad es baja y el drenaje profundo deficiente, por lo que pueden originarse fenómenos de soliflucción en las laderas y el deslizamiento de las mismas, cuando las pendientes sean suficientes. El drenaje superficial es adecuado.

En el único afloramiento de esta serie que ha sido cartografiado en el Tramo no se han observado taludes artificiales. Se recomiendan taludes 2H:1V.

MARGAS, ARCILLAS, CALIZAS Y CALCARENITAS, (300).

- Litología

Se trata de una formación de escasa extensión y está representada por varios pequeños afloramientos, localizados en las proximidades del borde septentrional del Tramo.

Esta formado, litológicamente, por una serie de carácter químico con gran cantidad de aportes detríticos, procedentes de las corrientes de turbidez del borde continental. Son alternancias de margas verdosas y rojas oscuras, a veces arcillosas, con calcarenitas bioclásticas y calizas arenosas.

- Estructura

Esta formación aparece formando unos relieve alomados, de los que, el más meridional, está cortado por el río Guadalete y limitado por su llanura de inundación. La estructura regional de esta serie es la formada por los cabalgamientos de la Unidad Subbética, es decir una serie de "placas" de cobertera "flotando" sobre los materiales arcillo-salinos del Trías, que constituyen el substrato.

En los escasos afloramientos de este grupo los materiales se disponen con una estratificación definida por los niveles de calcarenitas y de calizas, que tienen espesores comprendidos entre 0,3 m y 0,5 m. Las margas y arcillas, que son más potentes, aparecen con aspecto masivo, algo laminadas, y en paquetes de espesores próximos a 1 m. La potencia total del conjunto es de aproximadamente 50 m.

- Geotecnia

Son materiales ripables o, localmente, con ripabilidad marginal, en el caso de la existencia de algún nivel calcáreo más compacto y de mayor espesor. La capacidad portante es media en los horizontes margosos y baja en los arcillosos; por el contrario, se mantiene alta cuando las intercalaciones calcáreas arman los horizontes margosos. La erosionabilidad es baja, pero la alterabilidad es alta, por lo que se producen suelos residuales de naturaleza arcillosa.

La permeabilidad es baja y el drenaje profundo deficiente. En los suelos arcillosos y capas margosas se producen presiones intersticiales que desestabilizan los horizontes de suelos más superficiales y alterados. En presencia de intercalaciones de calcarenitas las presiones intersticiales disminuyen, ya que esos niveles rocosos, por su porosidad, actúan como drenes naturales, canalizándose por ellos el escaso drenaje profundo. La escorrentía superficial discurre con normalidad, ya que el gradiente topográfico es adecuado.

No existen taludes artificiales en esta formación. Las laderas naturales tienen inclinaciones máximas de 25° y no muestran inestabilidades reseñables. Se recomiendan taludes con diseños 2H:1V a 3H:2V.

MARGAS Y MARGOCALIZAS, (232).

- Litología

Se trata de uno de los grupos más característicos del Tramo, y especialmente de la Zona 1. Constituyen las denominadas "*capas rojas*".

Litológicamente es una alternancia irregular de capas de margas y margocalizas, de colores asalmonados y, en menor medida, blancos, con calizas compactas, de fractura irregular, micríticas y microcristalinas, y de colores generalmente blanquecinos, aunque pueden tener contaminaciones rosadas. La Figura 3.40 corresponde al aspecto de detalle de estas litologías.

- Estructura

La estructura regional de esta formación es compleja, ya que interviene de forma muy activa en la tectónica de cabalgamientos del dominio Subbético. Por este motivo se encuentra siempre en contacto con el Trías, en clara discordancia, ya que entre ellos faltan las rocas jurásicas.



Figura 3.40. Detalle de las margas y margocalizas rosadas y de las calizas blancas del grupo (232), en las proximidades de la localidad de Paterna de Ribera (Hoja 1062-2).

Las rocas de este grupo litológico forman unos relieves alomados, con pendientes suaves, que pueden estar, total o parcialmente, recubiertos por un suelo residual limo-arcilloso y carbonatado, procedentes de la descalcificación de las calizas y margas. En la Figura 3.41 puede observarse uno de estos relieves descritos.

En los afloramientos de estos materiales puede observarse cómo la disposición de los mismos corresponde a una estratificación bien definida en lechos centimétricos y en capas decimétricas. La estructura local es muy variable, aunque normalmente es

complicada y con buzamientos fuertes. Además existe un diaclasado, de pequeño espaciado y de alta frecuencia, que es ortogonal a la estratificación y disgrega el macizo

rocoso en elementos de tamaño grava y gravilla. La Figura 3.42 muestra el aspecto de un afloramiento de esta formación. La potencia total del grupo es de aproximadamente 100 m.



Figura 3.41. Relieve característico formado por el grupo (232). Pueden observarse áreas recubiertas y zonas de afloramiento. Proximidades del p.k. 26 de la carretera C-343 (Hoja 1062-2).

- Geotecnia

Son materiales con ripabilidad marginal, en los que será necesario, ocasionalmente, el empleo de voladuras, para desmontar los niveles más resistentes de calizas. La capacidad portante es alta y no es previsible la aparición de asentamientos de interés. Son materiales escasamente erosionables y con una alterabilidad media, presente, únicamente, en los niveles margosos, más blandos.

La permeabilidad general es baja, aunque se origina un cierto drenaje profundo, a través de las discontinuidades y fisuras de los niveles calizos y margocalcáreos, que produce pequeños rezumes en las laderas y taludes. Este efecto ayuda a liberar las presiones intersticiales de las margas, disminuyendo sus efectos en el macizo. El drenaje superficial se desarrolla con normalidad, debido al adecuado relieve.

Los taludes observados son de pequeña altura, o próximos a ella, tienen inclinaciones de 45° y no presentan signos de inestabilidad, excepto caídas locales de cantos y de tierras erosionadas de sus superficies. Para los taludes que puedan ser construidos en esta formación hay que realizar un estudio de la estructura local en cada uno de ellos,

mediante estaciones geomecánicas, para establecer la inclinación más favorable que evite desprendimientos de rocas. Diseños de 1H:1V o 1H:1,5V pueden ser tomados como recomendaciones generales de partida.



Figura 3.42. Disposición de las margas y calizas del grupo 232, en las proximidades del p.k. 26 de la carretera C-343 (Hoja 1062-2).

ARCILLAS VERSICOLORS, ARENISCAS, LIMOLITAS, BLOQUES DE ARENISCA Y DE CALCARENITA, (230).

- Litología

Se trata de una formación con un marcado origen tectosedimentario y con una génesis muy discutida, históricamente, ya que son similares a las *Arcillas con Tubotomaculum* que forman el grupo (321b), aunque ocupan posiciones tectónicas distintas.

Está compuesto por arcillas de colores grises, verdosos, negros, y rojizos con tonos vinosos. Entre este conjunto eminentemente arcilloso se encuentran interestratificados lechos y capas de areniscas rojas, blancas y grises, así como limolitas, de colores generalmente verdosos. Otras veces aparecen bloques de areniscas y de calcarenitas, procedentes de otras formaciones y emplazados durante procesos tectónicos y no sedimentarios.

La Figura 3.43 presenta un aspecto parcial de los materiales de este grupo.

- Estructura

Debido a su naturaleza fundamentalmente arcillosa, este grupo aparece normalmente formando las zonas más bajas del relieve (valles y vaguadas), aunque dentro de ellas pueden existir pequeñas elevaciones que se han diferenciado durante la erosión.

La estructura de los materiales que forman este grupo es muy variada, pero generalmente muy complicada, dada la alta plasticidad de todo el conjunto. Se dan buzamientos de gran ángulo y verticalizados.

Las arcillas aparecen normalmente con aspecto masivo, por lo que la estructura de los afloramientos la marcan los niveles interestratificados de areniscas y de limolitas. Estos lechos se presentan con estratificaciones bien definidas, formando contactos netos con las arcillas y con espesores centimétricos. Por el contrario los paquetes arcillosos tienen espesores métricos.

Los niveles de areniscas y de limolitas se aparecen completamente rotos por un diaclasado perpendicular a la estratificación, que, en las arcillas, ha quedado cicatrizado.



Figura 3.43. Arcillas, con interestratificados de areniscas y de limolitas, del grupo (230), en las proximidades del p.k. 19,5 de la carretera C-440 (Hoja 1062-2).

- Geotecnia

Se trata de materiales poco resistentes que son fácilmente excavables con medios mecánicos. Son muy erosionables, por lo que pueden producir el aterramiento de las cunetas y otros elementos del drenaje de la carretera (Figura 3.44). Son además muy alterables. La capacidad portante es baja y se pueden producir asientos de magnitudes altas.



Figura 3.44. Proceso de erosión en un talud del grupo (230), en donde puede verse la acumulación al pie del mismo, en forma de abanico, del material erosionado. Proximidades del p.k. 19,5 (variante en construcción abandonada) (Hoja 1062-2).

La permeabilidad es baja y el drenaje profundo es difícil, por lo que las presiones intersticiales ejercidas en las arcillas son muy altas e inestabilizan las laderas y taludes. Un ejemplo de este fenómeno puede observarse en la Figura 3.45. Corresponde a un deslizamiento producido en las arcillas del grupo (230) que afecta al firme de la variante en construcción de la carretera C-440, entre los kilómetros 14 y 20 de la misma (actualmente abandonada). En cuanto al drenaje superficial, hay que señalar que se pueden originar zonas encharcadas, debido a la presencia de zonas llanas, en las que la escorrentía es difícil.

Los taludes observados en esta formación son de alturas bajas y presentan problemas de estabilidad con inclinaciones próximas a los 40° y en épocas lluviosas. La Figura 3.46 corresponde a uno de estos taludes con deslizamientos sucesivos. Se recomiendan diseños de 2H:1V.



Figura 3.45. Deslizamiento producido en una ladera formada por los materiales arcillosos del grupo (230), en la que se apoya el firme de una variante a la carretera C-440 (abandonada), que también ha sido afectado (Hoja 1062-2).



Figura 3.46. Deslizamientos sucesivos en un talud de pequeña altura realizado en las arcillas del grupo (230). Proximidades del p.k. 19,5 de la carretera C-440 (Hoja 1062-2).

CALIZAS Y DOLOMIAS, (221).

Este grupo litológico se encuentra descrito en la Zona 2 (pag. 146), por ser más característico de la misma.

YESOS, MARGAS YESIFERAS Y ARCILLAS, (213a) CON DOLOMIAS Y CALIZAS DOLOMITICAS (213b) Y OFITAS (213c).

- Litología

Esta formación es uno de los más representativos del Tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios, tanto por su gran extensión como por sus características. Se trata de los materiales arcillo salinos Triásicos, que tan activamente han actuado en la tectónica regional del Sector Subbético.

Litológicamente está formado por una serie irregular y complicada por la tectónica, en facies *germano-andaluza*, de arcillas multicolores, yesos y margas yesíferas, areniscas, así como dolomías, calizas dolomíticas, carniolas y ofitas.

Las arcillas son de colores abigarrados, rojos vinosos, verdes, grises y hasta negruzcos, cuando están próximas al contacto de los enclaves de rocas volcánicas (ofitas). Cuando el cemento de sulfato es muy importante en ellas pasan a ser margas yesíferas (Figura 3.47).

Los yesos, muy abundantes dentro de la formación, son grises, blancos y rosados (Figura 3.48). Unas veces son primarios, por lo que son sacaroideos y masivos. Otras veces son secundarios y aparecen recristalizados en formas traslúcidas y englobando otras litologías. Es muy frecuente encontrar en ellos huecos con formas cuadrangulares, que son debidos a antiguos cristales de halita, disueltos en la actualidad.

Las dolomías (213b) son grises, microcristalinas y micríticas, muy puras, de fracturas irregulares y de múltiples facetas. También existen, entre ellas, calizas dolomíticas de las mismas características (Figura 3.49).



Figura 3.47. Detalle de las arcillas rojas del grupo (213a). Proximidades de la localidad de Paterna de Ribera (Hoja 1062-2).



Figura 3.48. Detalle de los yesos del grupo (213a), en las proximidades de la localidad de Alcalá de los Gazules (Hoja 1070-4).



Figura 3.49. Detalle de las dolomías grises del grupo (213b), en la Cantera de las Pilas, próxima a la localidad de Medina-Sidonia (Hoja 1069-1).

Las areniscas se presentan esporádicamente entre las arcillas yesíferas. Unas veces son algo arcillosas y presentan colores amarillos ocre y limoníticos, y aspecto muy irregular y rugoso, con múltiples huecos cuadrangulares, dejados por la disolución de la halita. Otras veces son cuarzosas y micáceas, tienen colores rojizos y una exfoliación planar que las disgrega en formas lajosas. La extensión lateral de estas areniscas, así como su proporción dentro del grupo, es muy limitada.

Las ofitas (213c), instaladas en los niveles más superiores de la formación triásica, son rocas volcánicas doleríticas, de colores negros, cuando están sanas, y verdosos, cuando se encuentran alteradas. El tamaño de grano varía de fino a medio, tienen textura subofítica y, frecuentemente, porfídica hipidiomorfa y microcristalina. Mineralógicamente están formadas por plagioclasas cálcicas, en maclas de albita y albita-periclina, pequeñas placas de cuarzo automorfo, piroxenos rosados (augita) y biotita. Los accesorios más frecuentes son ilmenita, pirita y esfena. La Figura 3.50 muestra el aspecto de detalle de estas rocas, en uno de los afloramientos del grupo.



Figura 3.50. Detalle de las ofitas, que forman el grupo (213c), en el que puede observarse su aspecto característico. Localidad de Alcalá de los Gazules (Hoja 1070-4).

- Estructura

Estructuralmente se trata de una formación muy compleja, ya que ha funcionado como nivel de despegue en los cabalgamientos del Sector Subbético y ha presentado fenómenos halocinéticos (diapirismo) en todas las etapas de deformación que han funcionado durante la Orogenia Alpina. Por este motivo, el rasgo tectónico más característico es su complejidad y la gran variación de sus estructuras, de unos puntos a otros. Esto, unido a la alta plasticidad de sus materiales hace que las estructuras sean poco visibles, excepto cuando la existencia de algún nivel de areniscas o de dolomías marca las directrices estructurales locales, como es el caso de la Figura 3.51. A rasgos generales se dan plegamientos apretados, con orientaciones muy cambiantes, de charnelas angulosas, y de flancos con buzamientos verticalizados e invertidos, que, además, pueden estar rotos por fallas inversas (pliegues-falla).



Figura 3.51. Crestón de dolomías del grupo (213b), con buzamientos subverticales, que marca la estructura de los materiales triásicos adyacentes. Canteras el Alamo, S.L. (Hoja 1070-4).

La disposición de los materiales también es muy variable. Las arcillas y margas yesíferas aparecen con aspecto masivo, en gruesos paquetes de geometría irregular, de espesores métricos. A nivel de detalle esos materiales pueden observarse con estructuras laminares y bandeadas. Los yesos aparecen dispuestos en gruesos bancos, formados por capas y lechos, de espesores decimétricos y centimétricos, respectivamente. Estos bancos, al encontrarse muy replegados y fracturados, llegan a tener aspecto masivo y brechoide. Las dolomías (213b) y areniscas aparecen en capas con una estratificación bien definida, de espesor variable entre 0,2 m y 0,5 m, y afectadas por una red de diaclasas, perpendicular a la estratificación, que libera la roca en cantos y bloques; aunque las areniscas rojizas tienen disyunción lajosa. Las ofitas (213c) son masivas, únicamente estructuradas por la red de fracturación y diaclasado, que libera bloques de roca de tamaños muy diversos, pero generalmente de grandes dimensiones.

- Geotecnia

Las arcillas y margas yesíferas de la formación, son fácilmente ripables, aunque presenten finas intercalaciones de areniscas o de yesos. Sin embargo, los yesos masivos tendrán ripabilidad marginal o nula, dependiendo de su espesor y fracturación. Por este motivo habrán de tener un tratamiento previo a su remoción, aunque son materiales que se comportan mal ante las voladuras, debido a que su gran plasticidad absorbe la energía de la explosión. Las dolomías (213b) y las ofitas (213c) no son ripables y tendrán que ser desmontadas mediante el empleo de explosivos.

La capacidad portante es variable, en función del tipo de litología. Los materiales arcillosos y margosos son plásticos y tienen capacidad portante baja, con producción de asentamientos de magnitudes altas. Los tramos de carretera que han aprovechado estos materiales como explanada, sin mejorar, presentan cuarteamientos, deformaciones y blandones en las calzadas. Por el contrario, los niveles rocosos tienen capacidad portante alta.

La erosionabilidad es alta en los horizontes margo-arcillosos, con producción de múltiples acaravamientos, y son muy alterables, por hidratación, dando suelos residuales de naturaleza arcillosa y de alta plasticidad. Los yesos no son erosionables, pero se alteran fácilmente, por disolución, generando un subproducto de arenas yesíferas. Las rocas calcáreas, areniscosas y ofíticas, no son ni erosionables, ni alterables, a corto plazo.

La permeabilidad del conjunto es muy baja. Únicamente se genera un cierto drenaje profundo a través de la fisuración de los niveles rocosos. El resto de los materiales, de naturaleza arcillosa, no tienen drenaje subterráneo, por lo que se presentan problemas de alteración, disolución y reblandecimientos afectados por presiones intersticiales. El resultado es la frecuente aparición de fenómenos de inestabilidad en las laderas, incluso con pendientes suaves. En la Figura 3.52 puede observarse un ejemplo de deslizamiento de ladera.



Figura 3.52. Deslizamiento de ladera afectando a los materiales arcillo-salinos del grupo (213a). Los niveles rocosos corresponden a los yesos del mismo grupo. Proximidades de la localidad de Alcalá de los Gazules (Hoja 1070-4).

El drenaje superficial es fácil generalmente, aunque pueden existir áreas bajas y llanas en las que la escorrentía sea difícil. Este fenómeno, unido a la escasa capacidad de infiltración de los materiales triásicos, hace que se produzcan encharcamientos. Es importante señalar que las aguas procedentes del lavado de esta formación son ricas en sulfatos disueltos (aguas selenitosas), que las hacen muy agresivas a los hormigones.

Los taludes observados en esta formación son muy variados, dadas las características litológicas del mismo, así como su gran extensión. En arcillas y margas son de pequeña altura, tienen inclinaciones del orden de 55° a 60° , y la mayor parte presentan fenómenos de solifluxión que tienen como resultado la aparición de pequeñas conchas de deslizamiento. En estos materiales se recomiendan taludes más tendidos, con diseños 2H:1V. Los yesos, por el contrario, admiten taludes más inclinados en alturas medias y altas: 2H:3V ó 2H:2,5V, respectivamente (Figura 3.53).

En estos casos, y debido a la alta fracturación de los yesos, será necesario el empleo de mallas metálicas y la construcción de cunetones, para la recogida de las piedras que caigan desde las superficies de dichos taludes. La Figura 3.54 corresponde a una parte del mismo talud de la Figura anterior, en la que se ha empleado una malla, para evitar que los cantos de yeso caigan directamente a la calzada.



Figura 3.53. Taludes de altura media, realizados en las proximidades del p.k. 45 de la carretera C-440 (Hoja 1070-4), que afectan a los yesos del grupo (213a). Puede observarse la ausencia total de inestabilidades rotacionales.

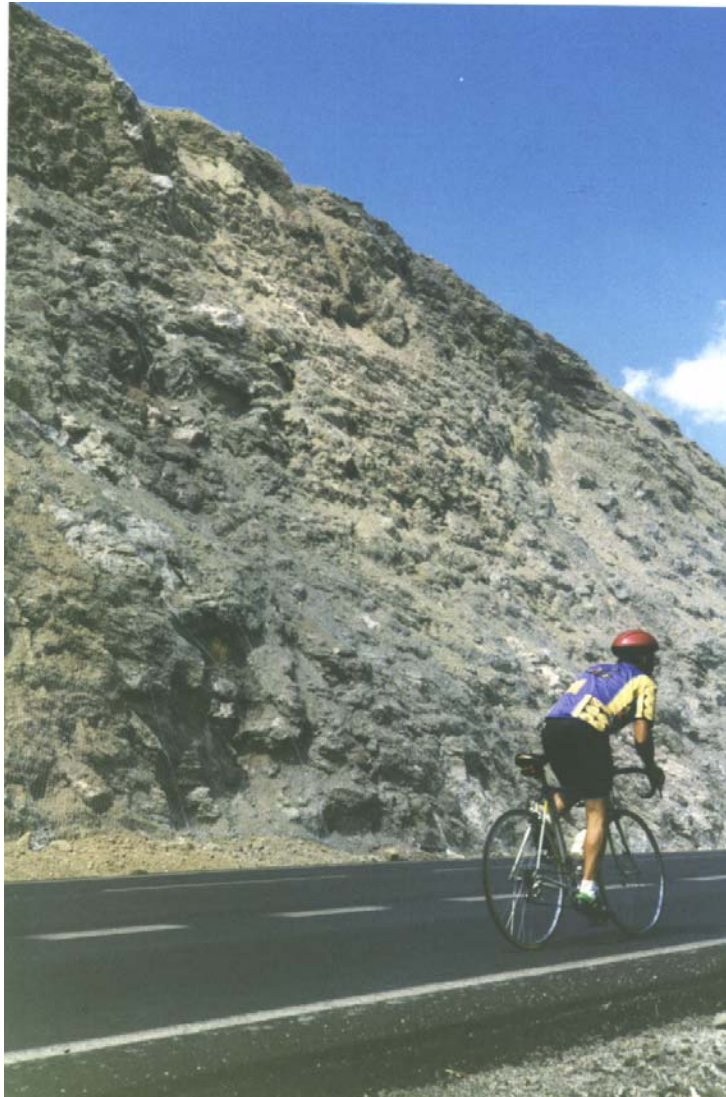


Figura 3.54. Talud de altura media, cuya superficie está protegida por una malla metálica, que evita la caída de cantos y pequeños bloques a la calzada. Hubiese sido adecuado añadir un cunetón de recogida, para eliminar la obstrucción de la cuneta que se produce con los materiales que se acumulan en ella. Proximidades del p.k. 45 de la carretera C-440 (Hoja 1070-4).

Los taludes abiertos en los niveles rocosos de dolomías y ofitas, corresponden a los frentes de explotación, en canteras, de dichas rocas. Son de alturas medias, subverticales y su estabilidad depende totalmente de la estructura y de la red de fracturación que presentan en cada caso. Como norma general pueden ser considerados estables los taludes con diseños 2H:3V. Sin embargo, será necesario el estudio detallado de la estructura concreta de cada talud, por medio del análisis de discontinuidades obtenido de distintas estaciones geomecánicas. Esto permitirá establecer las orientaciones posibles de deslizamientos planares de bloques y cuñas, y dar la inclinación más favorable para que no se produzcan (o al menos paliar) dichas caídas.

Las rocas dolomíticas y calco-dolomíticas (213b) y las ofitas (213c) son materiales utilizables como áridos de carretera, por lo que son explotadas en distintas canteras del Tramo.

3.2.5. Grupos geotécnicos

En este apartado, las formaciones geológicas correspondientes a la Zona 1, se agrupan en función de sus características geotécnicas, en lo que en este estudio se llaman "grupos geotécnicos". Son los siguientes:

- Grupo geotécnico GT1
Arcillas, margas yesíferas y yesos. Son materiales poco resistentes, ripables, erosionables y de comportamiento muy plástico ante pequeños aumentos de humedad. La presencia de yesos, y su disolución, provoca en los materiales alteraciones y pérdidas de consistencia. Además, las aguas cargadas con los sulfatos procedentes de la disolución de los yesos (selenitosas) son muy agresivas a los hormigones normales. Son materiales muy poco permeables, que retienen durante largos períodos de tiempo el agua que les llega por precipitación, con lo que se reblandecen. Estos reblandecimientos producen inestabilidades rotacionales, en las zonas de ladera, y pérdidas de capacidad portante y asentamientos de magnitudes altas, en las zonas llanas y de fondo de valle. Los taludes que se realicen en estos materiales deberán tener inclinaciones bajas.

En la Zona 1 este grupo geotécnico GT1 está representado por la formación (213a).

- Grupo geotécnico GT2
Arcillas con intercalaciones de areniscas, limolitas y argilitas. Conjunto de materiales fácilmente ripables, aunque localmente existen ripabilidades marginales, producidas por los niveles areniscosos. Son alterables y diferencialmente erosionables. Tienen capacidad portante baja, que disminuye a muy baja ante fenómenos de hidratación. La permeabilidad es baja. El drenaje profundo es generalmente difícil, desarrollándose por la fisuración de los niveles rocosos; y el superficial es adecuado, por escorrentía, aunque pueden existir encharcamientos en zonas deprimidas y llanas. Los taludes no van a admitir inclinaciones fuertes, ya que pueden presentar deslizamientos rotacionales y acarreamientos por la erosión de sus superficies.

Las formaciones (321b), (313b), y (230) son las que representan, en esta Zona 1, al grupo geotécnico GT2.

- Grupo geotécnico GT3

Areniscas con escasas intercalaciones de arcillas y limolitas. Se trata de rocas areniscosas, muy consolidadas por cementos silíceos y, ocasionalmente, carbonatados, de alta capacidad portante, difícilmente erosionables y no ripables. Son materiales que tienen una permeabilidad normalmente baja, al estar sus poros ocupados por cemento químico, aunque existe un lento drenaje profundo, desarrollado a través de la red de discontinuidades del macizo rocoso (estratificación, diaclasas y fracturas). El drenaje superficial es fácil, ya que estas rocas forman áreas con gradientes topográficos muy altos. Los taludes que se realicen en estas rocas no van a plantear problemas generales de estabilidad, sino deslizamientos planares locales, de grandes dimensiones (cuñas y bloques), que son consecuencia de su estructura geológica.

La formación (321a) es la única representante del grupo geotécnico GT3.

- Grupo geotécnico GT4

Margas, margas arenosas y arcillas, con intercalaciones de calizas margosas, calizas, calcarenitas y areniscas. Se trata de materiales fundamentalmente margosos con intercalaciones, generalmente finas, de otras litologías, generalmente calcáreas, que les sirven de almacén. Son materiales ripables, o en algún caso con ripabilidad marginal, y diferencialmente erosionables. Son alterables, por lo que se hallan frecuentemente recubiertos por suelos residuales de carácter arcilloso (*terra rossa*), procedentes de la descalcificación de los carbonatos. Los términos margosos tienen capacidad portante media, que pueden tener problemas de asentamientos diferenciales, y alta, los miembros rocosos o áreas con mayor abundancia de ellos. Los suelos residuales tienen capacidad portante baja. La permeabilidad es baja y el drenaje profundo difícil. La escorrentía va a plantear problemas de encharcamientos en las áreas llanas y de carácter endorreico, que se dan frecuentemente. Los taludes admiten inclinaciones medias, aunque pueden presentar caídas locales de cantos y pequeños bloques.

En esta Zona 1, el grupo geotécnico GT4 está representado por las formaciones (350a), (321g), (321f), (321d), (313c), (313a), (312a), (311), (300) y (232).

- Grupo geotécnico GT5

Calcarenitas y biocalcarenitas. Son rocas de alta capacidad portante, ripables y escasamente erosionables. Pueden ser alterables al perder su cementación, disgregándose en arenas calcáreas. Son materiales que tienen una permeabilidad

alta, generada por una gran porosidad eficaz, por lo que el drenaje profundo es fácil. La escorrentía superficial, aunque puede verse dificultada en algunas zonas llanas, la alta capacidad de infiltración de las rocas va a impedir la aparición de encharcamientos. Los taludes de mayor altura y de inclinaciones subverticales pueden presentar desprendimientos de grandes bloques, procedentes de los bordes de los mismos.

La formación (321e) es el único representante de este grupo geotécnico GT5.

- Grupo geotécnico GT6

Conglomerados con matriz arenosa y abundantes restos de conchas. Son rocas muy duras, cementadas por carbonatos, no son ripables, aunque pueden existir zonas con ripabilidad marginal, y poseen una capacidad portante muy alta. Debido a la presencia de alguna intercalación areno-arcillosa pueden producirse fenómenos de erosión diferencial, si bien de carácter local. La permeabilidad es alta, dada la gran porosidad de estas rocas, y el drenaje profundo es fácil. El drenaje superficial es adecuado, por escorrentía. Los taludes de grandes alturas y subverticales pueden presentar caídas de bloques.

La formación (322b) es el único representante de este grupo geotécnico GT6.

- Grupo geotécnico GT7

Arenas y limos. Son unos materiales no cohesivos, con algunos niveles más compactados, pero generalmente desagregados. Son fácilmente excavables, tienen capacidad portante media-baja, en función de su densidad. Son muy erosionables, por lo que van a dar problemas de aterramientos de cunetas y acarcavamientos en las superficies de los taludes. La porosidad eficaz es muy grande y la permeabilidad es alta, por lo que el drenaje profundo es fácil. No se producen encharcamientos, dada la gran capacidad de infiltración del material. Los taludes deberán tener la inclinación adecuada para disminuir los efectos de la erosión y ser revegetados.

Los grupos (350b) y (322a) son los representantes de este grupo geotécnico GT7.

- Grupo geotécnico GT8

Dolomías, calizas y calizas dolomíticas. Son materiales rocosos, difícilmente erosionables, no ripables, y cuya permeabilidad, baja, está condicionada por la red de fracturación. El drenaje superficial es adecuado. La capacidad portante de las rocas es muy alta. Los taludes de grandes alturas y fuertes inclinaciones pueden presentar inestabilidades gravitacionales (bloques y cuñas), según resulten las condiciones de la red de fracturación.

Este grupo geotécnico está representado por las formaciones (322c), (221) y (213b).

- Grupo geotécnico GT9

Rocas ofíticas. Son rocas masivas, duras y cristalinas, no ripables, no erosionables y con capacidad portante muy alta. La permeabilidad es baja y el escaso drenaje profundo existente se desarrolla por las diaclasas de la roca. El drenaje superficial es fácil. Los taludes de grandes alturas y fuertes inclinaciones pueden presentar inestabilidades gravitacionales.

La formación (213c) es el único representante del grupo geotécnico GT9.

- Grupo geotécnico GT10

Arcillas limos fangosos. Son suelos de escasa resistencia y de baja capacidad portante, lo que unido a la presencia de un nivel freático alto, hace posible la aparición de asientos de grandes magnitudes. Las excavaciones que se realicen en estos materiales pueden ser llevadas a cabo con medios mecánicos, si bien es previsible la aparición de desplomes, dada la proximidad del nivel freático. La permeabilidad es baja y desarrolla un lento drenaje profundo de escaso gradiente hidráulico. Son materiales encharcables, dado el escaso gradiente topográfico.

La formación superficial de marisma (M) es el único representante de este grupo geotécnico GT10.

- Grupo geotécnico GT11

Gravas, arenas, limos y arcillas. Son materiales escasamente compactados, erosionables y fácilmente excavables, que presentan normalmente una permeabilidad alta y niveles freáticos próximos a la superficie. La capacidad portante es baja y media, y los asientos que pueden aparecer variarán de magnitudes altas a moderadas. Los taludes que se excaven en estas formaciones pueden tener problemas de erosión y caídas permanentes de cantos y bloques.

En esta Zona 1 el grupo geotécnico GT11 está compuesto por las formaciones (A), (V), (D), (G1), (G2) y (R).

- Grupo geotécnico GT12

Bloques ciclópeos, bloques, bolos y cantos, con matriz areno-arcillosa. Se trata de materiales coluviales y procedentes de deslizamientos de ladera de grandes magnitudes, que presentan como característica la gran disparidad de tamaños de sus elementos constituyentes. Son terrenos ripables, aunque pueden existir bloques tan grandes que hayan de ser taqueados, para su demolición. La capacidad portante es adecuada, ya que los materiales se encuentran suficientemente compactados. No son excesivamente erosionables y no son alterables. Presentan permeabilidad alta o media, en función de la cantidad de finos en la matriz, y el drenaje profundo generado es generalmente fácil. El drenaje superficial no va a producir encharcamientos. Los taludes muy inclinados, de alturas medias y altas, van a presentar desprendimientos de bloques de distintos tamaños.

Las formaciones (C1) y (C2) son las representantes de este grupo geotécnico GT12.

3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.

La Zona 1 está formada por formaciones mesozoicas y cenozoicas constituidas por materiales generalmente blandos, en los que predominan las litologías arcillosas y margosas frente a una cierta proporción de intercalaciones o interestratificaciones rocosas (areniscas, calizas, calcarenitas, dolomías y ofitas). También aparecen extensamente representadas las formaciones superficiales cuaternarias compuestas por sedimentos detríticos de granulometría variada.

Los principales problemas geotécnicos de la Zona 1 van a proceder de los materiales arcillo-salinos del Trías (grupo 213a), arcillosos del Cretácico y Mioceno (grupos 230 y 321b), así como por los miembros arcillosos del resto de las formaciones terciarias. Se trata de suelos alterables en los que la hidratación provoca la disminución en sus parámetros resistentes. Esto provoca la pérdida de capacidad portante, por lo que se generan asentamientos de magnitudes grandes o diferenciales en las cimentaciones de las obras de fábrica y estructuras, así como en los cimientos de terraplenes. Además estos reblandecimientos del material hace poco aconsejable su empleo como explanada. Otro problema que es consecuencia de los reblandecimientos es la gran inestabilidad rotacional que presentan estos materiales arcillosos, tanto en las laderas naturales como en los taludes artificiales con inclinaciones medias. Es aconsejable construir taludes tendidos para evitar su deslizamiento.

Algunos materiales rocosos plantean problemas de ripabilidad, aunque su presencia puntual dentro de la Zona 1 hace que sea una dificultad menor.

Las formaciones detríticas, terciarias y cuaternarias, plantean como única dificultad la alta erosionabilidad que pueden presentar los taludes, y que da lugar al aterramiento de las cunetas y otros elementos del drenaje. Por este motivo es conveniente estudiar la inclinación más adecuada, y los métodos correctores convenientes, para paliar dichos efectos.

3.3. ZONA 2. RELIEVE DE SERRANIA

La Zona 2 se extiende total o parcialmente por la hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1:50.000, siguientes:

Nº	Hoja	Cuadrantes
1069	Paterna de Ribera	1
1070	Alcalá de los Gazules	2, 3 y 4
1074	Tahivilla	1 y 2
1074	San Roque	3

Esta distribución queda de manifiesto en la Figura 3.55.

3.3.1. Geomorfología

La Zona 2 está formada, en su mayor parte, por las unidades alóctonas del Complejo del Campo de Gibraltar, especialmente por la unidad o *manto del Aljibe*, y sus series asociadas, y por las *arcillas con Tubotomaculum* del Complejo Tecto-sedimentario. Otras unidades (unidad de Algeciras, serie de Almarchal, etc.) inciden en la Zona 2, de forma poco extensa. La naturaleza litológica de las series más características mencionadas y sus accidentes estructurales son los que confieren a la Zona 2 sus rasgos geomorfológicos peculiares.

El aspecto general es el de un relieve accidentado, formado por la asociación de sierras lineales, orientadas generalmente según una dirección NO-SE, aunque localmente pueden estar giradas, tener directrices Este-Oeste y trazados circulares.

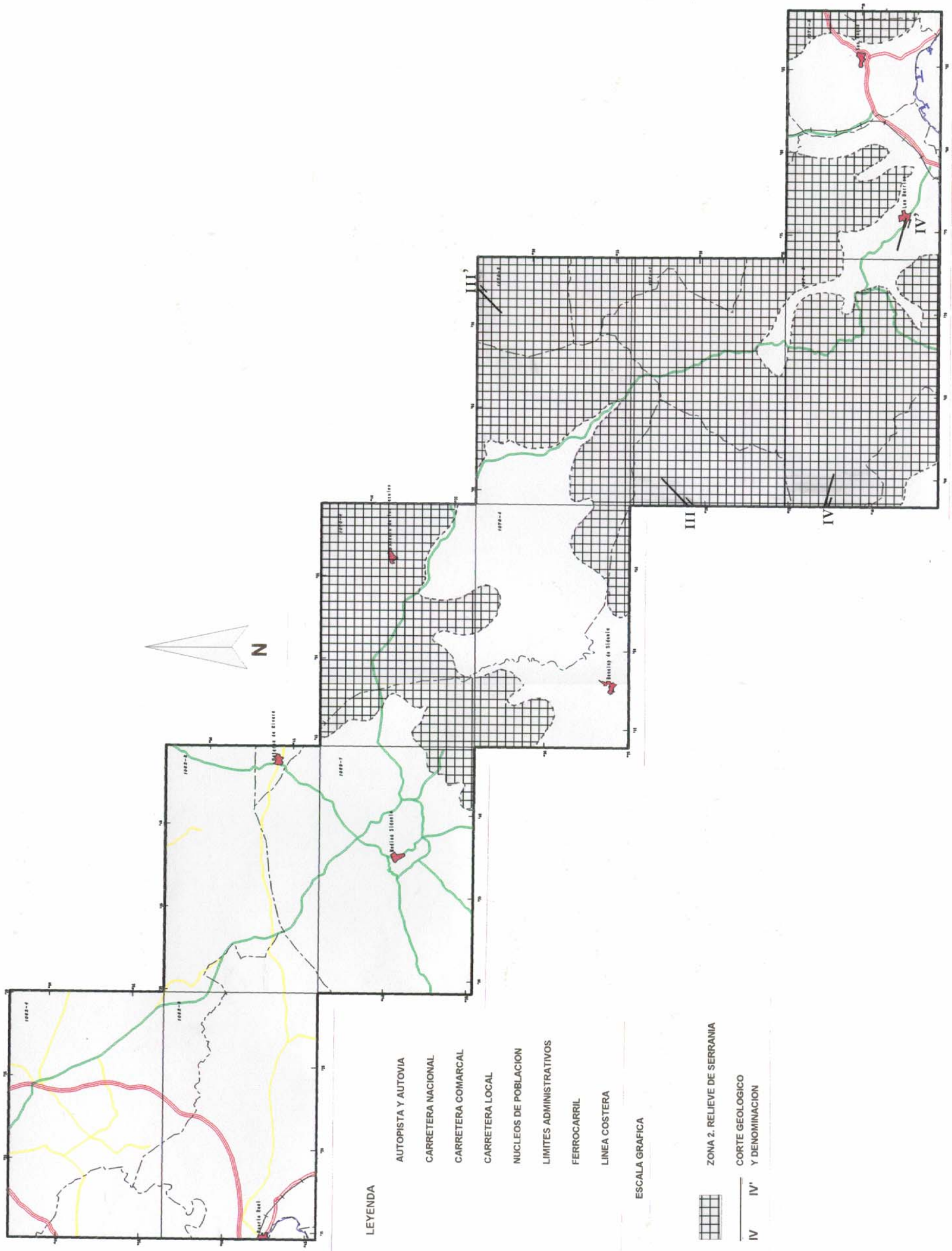


FIGURA 3.55. ESQUEMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ZONA 2 Y SITUACIÓN DE DOS CORTES GEOLÓGICOS REALIZADOS EN ELLA

En las áreas en donde el relieve es más accidentado, las sierras tienen las cimas agudas y cortadas, al aparecer en ellas las rocas areniscas silíceas, características de esta región. Estas rocas, que son las más resistentes del sector, plantean serias dificultades a que la erosión lime sus aristas y asperezas, por lo que aparecen formando una morfología diferencial constituida por *farallones*, *cresterías*, *cuchillares* y *cejos cuarcíticos* (tipo *meseta* y *cuesta*), que destacan prominentemente en el relieve. Estas elevaciones están seccionadas por ríos y arroyos encajados, que se adaptan normalmente a las directrices estructurales, tanto las marcadas por la red de fracturación como por el plegamiento, obteniéndose como resultado una red de drenaje de textura media, y de trazado rectangular y angulado (Figura 3.56). Los valles y vaguadas en este sector más accidentado son angostas. Tienen amplitudes de 500 m a 1 km y desniveles comprendidos entre 200 m y 400 m, lo que produce vertientes muy inclinadas.

En esta Zona 2 existen otras zonas que, influenciadas por una litología menos competente, se presentan con una morfología más suave. Las elevaciones pierden su angulosidad, al ser más escasas las rocas duras cuarcíticas, y los valles y vaguadas se hacen más amplios y de vertientes más suaves. El resultado es un relieve accidentado, pero de formas redondeadas.

El relieve de la Zona 2 va evolucionando progresivamente por medio de los procesos de erosión fluvial, que es el factor más importante actuante en esta Zona. Sin embargo, hay que destacar, también, la importancia de los procesos de vertiente en la degradación de los principales relieves de este sector. En ellos son muy frecuentes e importantes los deslizamientos de ladera, que van modificando las pendientes de las mismas. Asimismo, la meteorización física actúa eficazmente sobre los afloramientos de roca, disgregándolos en elementos de formas y tamaños variables. Estos se acumulan al pie de las sierras y cambian la pendiente original del relieve. Por último, la meteorización química que progresa especialmente en los materiales más blandos, disgregándolos en partículas formadoras de suelos residuales. Estos horizontes van recubriendo a las formaciones geológicas y suavizando las posibles irregularidades que pudieran producir las intercalaciones de rocas más duras. Además, sobre ellos es donde se han practicado históricamente las labores agrícolas, que han ayudado a la meteorización química, aumentando así el espesor de dichos suelos.

La Figura 3.57 corresponde a un aspecto panorámico de los relieves característicos de la Zona 2.

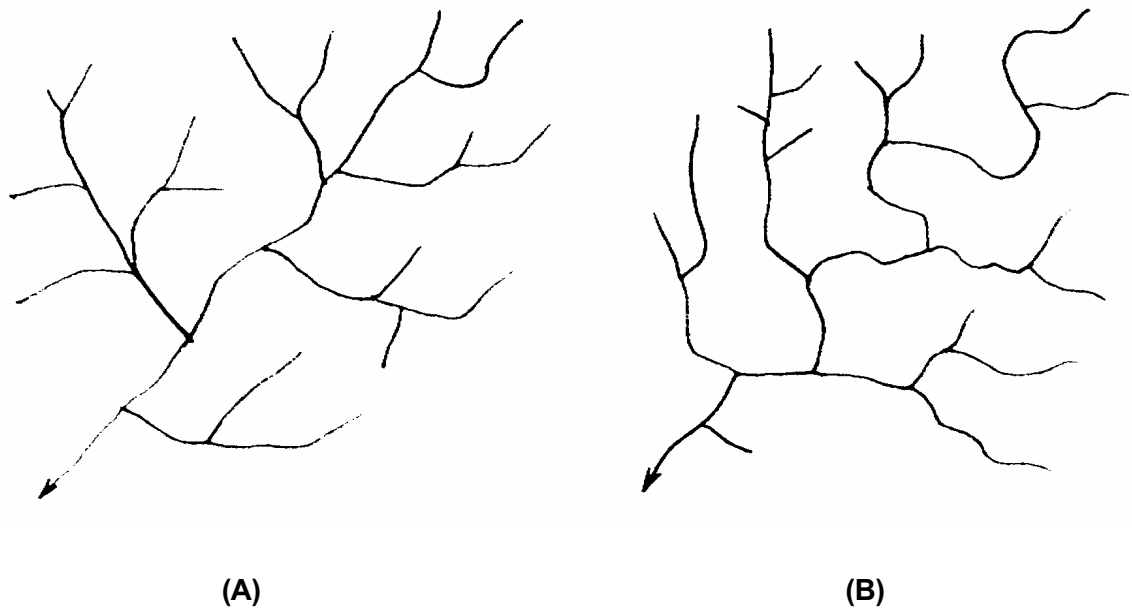


Figura 3.56. Redes de drenaje típicas presentes en la Zona 2.
 (A): Red de drenaje rectangular. (B): Red de drenaje angulada.

3.3.2. Tectónica

La Zona 2, de relieve de serranía, corresponde fundamentalmente con el sector formado por el Complejo del Campo de Gibraltar, por lo que sus características estructurales están determinadas por las de esta unidad geotectónica.

El Complejo del Campo de Gibraltar, también denominado como Conjunto del Flysch del Campo de Gibraltar o Surco Turbidítico, se caracteriza, tectónicamente, por estar formado por una serie de unidades tectónicas alóctonas, desolidarizadas entre sí y cabalgantes sobre la Plataforma Subbética, que actúa en este caso como autóctono relativo. Estas unidades sufrieron un desplazamiento hacia el Oeste, como consecuencia del empuje lateral, desde el Este, realizado por las Zonas Internas de la Cadena Bética.

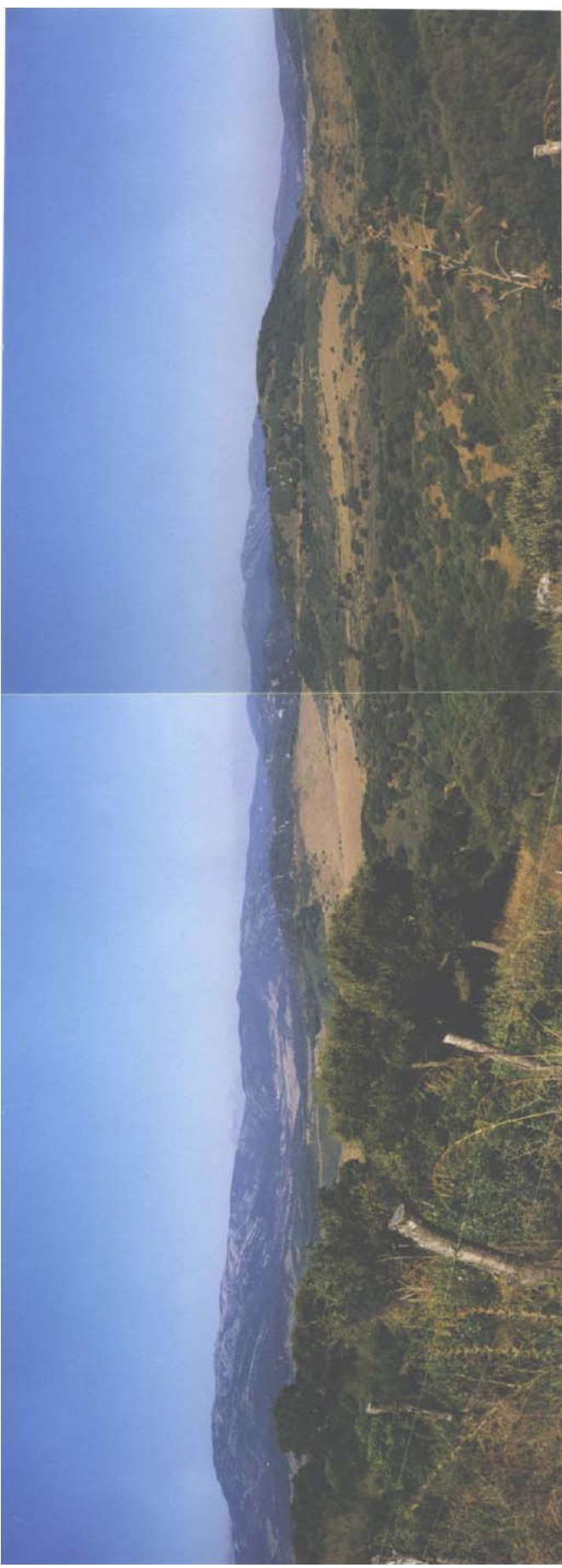


FIGURA 3.57. ASPECTO PANORÁMICO DE LOS RELIEVES CARACTERÍSTICOS DE LA ZONA 2. EN PRIMEROS PLANOS VALLES AMPLIOS Y ELEVACIONES SUAVES Y REDONDEADAS. AL FONDO, LOS RELIEVES CUARCÍTICOS TÍPICOS DEL SECTOR MÁS ACCIDENTADO DE LA ZONA 2.

Las unidades tectónicas de este Complejo más características en el Tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios son las siguientes:

- Lámina o Manto del Aljibe, que tipifica geológicamente el sector central y occidental de la Zona 2.
- Complejo Tectosedimentario, que acompaña los cabalgamientos del manto del Aljibe.
- Lámina o Manto de Algeciras, que caracteriza el extremo oriental de la Zona 2.

Posteriormente a la fase de compresión que produce el acortamiento N-S de la Plataforma Subbética (1ª Fase de deformación), se desarrolla una segunda etapa de acortamiento de directrices Este-Oeste (2ª Fase de deformación). Esta fase produce unos movimientos muy importantes y está considerada como la principal etapa tectónica que ha actuado en la región. Durante la misma se va produciendo el desplazamiento de las areniscas del Aljibe y de las facies flysch de Algeciras, que, procedentes del surco turbidítico situado al Este, se van acumulando en las zonas occidentales de la Cordillera. Al mismo tiempo, estos desplazamientos de materiales competentes van arrastrando entre sí a una formación arcillosa e incompetente, depositada también en regiones orientales y muy característica del Campo de Gibraltar (arcillas con Tubotomaculum), la cual va englobando en su interior bloques pertenecientes a las rocas constituyentes de los mantos que la arrastran. Es el denominado Complejo Tectosedimentario. El resultado estructural de este acortamiento, ocurrido durante la fase principal, es la aparición, en primer lugar, de un plegamiento de las formaciones involucradas, y posteriormente el movimiento de las mismas mediante cabalgamientos sucesivos. Estos, de vergencia Oeste, se van imbricando entre sí y forman la estructura de escamas tan característica del Campo de Gibraltar. Además, esta imbricación de las escamas, que supone el apilamiento de las mismas, induce nuevas sobrecargas en los materiales arcillo-salinos del Trías, subyacentes. De esta manera se vuelven a producir extrusiones y movimientos halocinéticos en las zonas externas del emplazamiento de las escamas, por lo que aparecen cabalgamientos del Trías sobre materiales más modernos, así como deslizamientos gravitacionales, que independizan grandes bloques de manto hacia zonas exteriores.

Posteriormente a esta fase tectónica principal se origina otra etapa de acortamiento tangencial, pero con empujes contrarios a la anterior. Se generan, durante la misma, cabalgamientos de vergencia Este, al mismo tiempo que se verticalizan o se invierten algunos de los accidentes tectónicos anteriores. Es la denominada *Fase de retrocabalgamientos*.

La última fase de deformación, también de acortamiento, da lugar a la reactivación de antiguos accidentes tectónicos anteriores, especialmente los de mayor importancia. Dichos accidentes pasan a funcionar como grandes fracturas de desgarre. Los últimos episodios son distensivos y se generan en tiempos mio-pliocenos, por la compensación isostática de la Cadena Bética. Durante los mismos se producen pequeños deslizamientos locales y pequeñas cuencas subsidentes.

La Figura 3.58. muestra dos cortes geológicos esquemáticos y un bloque diagrama, realizados en la Zona 2.

3.3.3. Columna estratigráfica

Los diferentes grupos litológicos que se han diferenciado en la Zona 2 se reseñan en la columna estratigráfica que se muestra en la Figura 3.59.

3.3.4. Grupos litológicos

Las formaciones geológicas o "grupos litológicos" que se han diferenciado en esta Zona 2 son los siguientes:

COLUMNA ESTRATIGRAFICA				
COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN	EDAD	GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO
	ALUVIAL GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	CUATERNARIO	A	GT-11
	ELUVIAL ARENAS, ARCILLAS Y ARCILLAS YESIFERAS		V	
	CONOS DE DEYECCION Y ABANICOS ALUVIALES GRAVAS CON MATRIZ ARENO-ARCILLOSA		D	
	GLACIS ARENAS Y ARCILLAS CON CANTOS		G1	GT-12
	DESIZAMIENTOS DE LADERA Y DESPRENDIMIENTOS BLOQUES, BOLOS, CANTOS Y ARENAS ARCILLOSAS		C1	
	COLUVIAL CANTOS BOLOS Y BLOQUES CON MATRIZ ARENO-ARCILLOSA		C2	
	ARENAS Y LIMOS	PLIOCENO	322a	GT-7
	CALCARENITAS Y BIOCALCARENITAS	MIOCENO	321e	GT-5
	ARCILLAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS		321c	GT-2
	ARCILLAS VERSICOLORS CON INTERCALACIONES DE LIMOLITAS, ARGILITAS Y ARENISCAS		321b	
	ARENISCAS SILICEAS CON INTERCALACIONES DE ARCILLAS Y LIMOLITAS		321a	GT-3
	MARGAS Y ARCILLAS ROJAS		313e	GT-2
	MARGAS Y ARENISCAS MICACEAS		313d	
	ARCILLAS Y ARENISCAS MICACEAS	OLIGOCENO	313b	
	CALCARENITAS CALIZAS BIOCLASTICAS Y ARCILLAS	EOCENO	313a	GT-4
	MARGAS, ARCILLAS, MARGOCALIZAS, CALIZAS BIOCLASTICAS Y CALIZAS ARENOSAS		312a	
	MARGAS Y MARGOCALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	232	
	CALIZAS Y DOLOMIAS	JURASICO LIAS	221	GT-8
	YESOS, MARGAS YESIFERAS Y ARCILLAS	TRIASICO	213a	GT-1
	DOLOMIAS Y CALIZAS DOLOMITICAS		213b	GT-8
	OFITAS		213c	GT-9

Figura 3.59. Columna estratigráfica de la Zona 2.

ALUVIAL. GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS, (A).

ELUVIAL. ARENAS, ARCILLAS Y ARCILLAS YESIFERAS, (V).

Estas formaciones han sido descritas en la Zona 1 (páginas 35 y 38, respectivamente), al aparecer en ella con mayor extensión.

CONOS DE DEYECCION Y ABANICOS ALUVIALES. GRAVAS CON MATRIZ ARENO-ARCILLOSA, (D).

- Litología

Se trata de acumulaciones de gravas y arenas, depositadas por abanicos aluviales en la salida de algunos de los principales barrancos del Tramo.

Las gravas son principalmente areniscosas, aunque existen también elementos cuarcíticos y calcáreos, son heterométricas, heteromorfas, y generalmente subredondeadas, dada la proximidad del área madre. El tamaño medio de dichas gravas está comprendido entre 5 y 8 cm.

La matriz que sirve de trabazón a los cantos calcáreos está formada por arenas de grano medio a grueso, es algo limosa, tiene color marrón claro, y también aparece formando algunos niveles independientes de las gravas.

La Figura 3.60 presenta el aspecto de los materiales de esta formación.

- Estructura

Esta formación tiene una disposición de adaptación al relieve sobre el que se deposita, por lo que presenta inclinaciones próximas a los 10° , desde el ápice hasta su borde final. El ordenamiento interno de los materiales se realiza mediante la yuxtaposición de lentejones de gravas y arenas, lo que origina la aparición de estratificaciones cruzadas. La potencia total del conjunto es de 12 m a 15 m.

- Geotecnia

Estos materiales son fácilmente ripables con medios mecánicos, son medianamente erosionables y tienen una capacidad portante media-alta, en función del grado de compactación que presenten.

La permeabilidad es alta y está desarrollada por la gran porosidad de los materiales. El drenaje profundo es muy bueno. El drenaje superficial es fácil, ya que las pendientes son suficientes para que la escorrentía discurra con normalidad.



Figura 3.60. Aspecto de las gravas del grupo D1, en las proximidades de la cortijada del Jautor (Hoja 1070-2).

Los taludes observados corresponden a pequeños desmontes de las carreteras y caminos vecinales. Son de alturas bajas, tienen inclinaciones subverticales y no presentan inestabilidades de interés. La inclinación adecuada es del orden de 60° (2H:3V). Para taludes de mayores alturas es conveniente ir a diseños 1H:1V.

Es una formación interesante para ser utilizada como yacimiento de materiales de préstamo, eliminando los elementos más gruesos.

GLACIS. ARENAS Y ARCILLAS CON CANTOS, (G1).

Este grupo se encuentra descrito en la Zona 1 (página 41), al ser más característico de la misma.

DESLIZAMIENTOS DE LADERA Y DESPRENDIMIENTOS. BLOQUES, BOLOS, CANTOS Y ARENAS ARCILLOSAS, (C1).

- Litología

Se trata de un grupo formado por una acumulación heterogénea de materiales detríticos, procedentes de desprendimientos y de los grandes deslizamientos de ladera producidos en los principales relieves de la Zona. En general se forman en laderas constituidas por las formaciones arcillosas de los grupos (321b) (*arcillas con Tubotomaculum*, del complejo tectosedimentario) y (313b), las cuales están coronadas por las areniscas del grupo (321a) (*areniscas del Aljibe*) (Figuras 3.61 y 3.62).

Los bloques, bolos y cantos son de areniscas, tienen formas normalmente cuadrangulares y angulosas, dándose dimensiones de 1 m³ a 2 m³ a elementos de tamaño grava, de 8 cm a 10 cm. La Figura 3.63 muestra el tamaño que pueden alcanzar los bloques más grandes.

La matriz está formada por una masa de arenas de grano fino medio y grueso, frecuentemente microconglomerática, muy mezcladas con arcillas y limos, que confieren la tonalidad rojiza y anaranjada al conjunto de estos materiales.



Figura 3.61. Vista general de una ladera característica de la Zona 2, afectada por deslizamientos de ladera que componen el grupo C1, en el paraje denominado *Tajo del Cabrero*, en las proximidades del p.k. 81 de la carretera C-440 (Hoja 1074-1).



Figura 3.62. Vista general de una ladera afectada por desprendimientos de bloques ciclópeos de arenisca, procedentes de la fracturación del grupo litológico que corona el relieve (321a), como consecuencia de las inestabilidades que le infiere la formación arcillosa subyacente (321b). Paraje denominado Loma de Juan Vivas, en la carretera de Facinas (Hoja 1074-2).



Figura 3.63. Bloque ciclópeo de arenisca del grupo (321a), desprendido del afloramiento, al estar cortado por discontinuidades netas, y depositado sobre el pie de la ladera. Obsérvese el tamaño que pueden alcanzar estos elementos. Carretera a Facinas (Hoja 1074-2).

- Estructura

Como consecuencia de su génesis este grupo tiene una estructura de adaptación al relieve sobre el que se deposita. Se encuentra formando parte de las laderas de los principales relieves, disminuyendo su pendiente original. Los materiales se depositan caóticamente y carecen de ordenamiento interno, aunque pueden darse estructuras de laminación en la matriz y bloques rotados en el interior de la misma, que son consecuencia del movimiento de los materiales durante su deslizamiento. La potencia total del conjunto esta comprendida entre 10 m, para los desprendimientos, y superiores a 20 m, para los deslizamientos.

- Geotecnia

Se trata de un grupo de materiales con características muy variables, debido a su granulometría heterogénea. El conjunto litológico forma un terreno ripable; sin embargo la existencia de grandes bloques puede hacer necesario el empleo de la

voladura de los mismos. La capacidad portante es media, aunque la presencia de los grandes bloques pueden haber favorecido la presencia de zonas poco compactadas entre ellos, que den lugar a fenómenos de hundimientos. La matriz es erosionable y puede dar lugar a que los elementos de mayores dimensiones queden descalzados y rueden por la ladera.

La permeabilidad es alta y el drenaje profundo muy fácil. Este, discurrirá generalmente por la proximidades del contacto de la formación con los límites arcillosos, aumentando su lubricidad e inestabilizándolo. El drenaje superficial está poco desarrollado, debido a la alta capacidad de infiltración de esta formación.

No existen taludes artificiales de interés en este grupo. Las laderas naturales son estables con inclinaciones máximas de 20°, que es la inclinación más recomendable para la construcción de los taludes artificiales (5H:2V).

COLUVIAL. CANTOS, BOLOS Y BLOQUES CON MATRIZ ARENO-ARCILLOSA, (C2).

- Litología

Se trata de acumulaciones caóticas formadas por cantos, bolos y bloques de areniscas y, en menor medida, de caliza y dolomías, angulosos y subangulosos, heterométricos, heteromorfos, y englobados en una matriz de arenas y arcillas, de colores generalmente marrones y rojizos, aunque pueden ser blanquecinos en zonas de influencia calcárea. La Figura 3.64 muestra un aspecto de estos materiales.

- Estructura

Son depósitos totalmente masivos y caóticos que se adaptan a la morfología de la superficie sobre la que se depositan. Por este motivo, la potencia de esta formación puede ser muy variable de unos puntos a otros, dándose valores de 0,5 m a 8 m en distancias próximas.



Figura 3.64. Materiales coluviales del grupo (C2) observados en un pequeño talud realizado en ellos. Pueden observarse los distintos tamaños de cantos y bloques existentes entre la matriz que, en este caso es muy abundante. Proximidades a la localidad de Los Barrios (Hoja 1075-3).

- Geotecnia

Este grupo se caracteriza por presentar una permeabilidad media-alta, en función del contenido de finos de la matriz, buen drenaje profundo, y fácil escorrentía. Dado el carácter desagregado de los materiales, la capacidad portante es baja-media, la ripabilidad es fácil y la erosionabilidad, alta. Esta facilidad de erosión hace que existan riesgos de aterramientos de cunetas y de otros elementos del drenaje de la carretera. Además las superficies de los taludes se ven continuamente afectadas por las caídas de los cantos y los bloques, que quedan descalzados al erosionarse la matriz que los sujeta.

Los taludes con inclinaciones superiores a 35° (3H:2V) y alturas medias, deben considerarse como inestables, ya que, además de las caídas gravitacionales y los fenómenos de erosión, pueden producirse en ellos deslizamientos rotacionales.

ARENAS Y LIMOS. (322a).

CALCARENITAS Y BIOCALCARENITAS, (321e).

Estos grupos litológicos han sido descritos en La Zona 1 (páginas 56 y 64, respectivamente), al ser más representativos de la misma.

ARCILLAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS, (321c).

- Litología

Esta formación, de escasa extensión, aparece únicamente en las proximidades de la *Sierra de Montecoche* (Hoja 1074-1), en contacto con las areniscas del grupo (321a), a las que recubre.

Se trata de unas arcillas marrones y verdosas, entre las que se intercalan niveles de areniscas micáceas en lechos de espesor centimétrico y decimétrico. Los afloramientos de esta formación son escasos, ya que se halla pinzada y cobijada por las escamas de las *areniscas del Aljibe*. La Figura 3.65 muestra un aspecto parcial de los materiales de este grupo.

- Estructura

Tectónicamente, este grupo litológico forma parte de la *Lámina del Aljibe*, por lo que acompaña a las escamas de esta unidad, en aquellos lugares en donde aparece. Los materiales se encuentran plegados o basculados y son frecuentes los buzamientos altos e invertidos. Las arcillas aparecen con aspecto masivo y las areniscas se encuentran bien estratificadas en lechos de espesores centimétricos y en capas decimétricas. Estos niveles rocosos se presentan, además, fracturados por un diaclasado de alta frecuencia y ortogonal a la estratificación, que libera bloques de formas tabulares y cúbicas. La potencia máxima de este grupo es el orden de 100 m.



Figura 3.65. Aspecto parcial de las arcillas con intercalaciones de areniscas del grupo (321c), en la Sierra de Montecoche (Hoja 1074-1).

- Geotecnia

Se trata de un conjunto litológico ripable en su totalidad, ya que el escaso espesor de los estratos areniscosos, así como su alta fracturación, hace posible que sea desmontado con medios mecánicos. Son materiales escasamente erosionables, aunque las arcillas son alterables, por hidratación. La capacidad portante de las mismas va a depender del grado de alteración y de hidratación (reblandecimientos) que presenten, aunque se considera de tipo bajo. Por el contrario, las areniscas, o las zonas con mayor abundancia de ellas, tienen capacidad portante alta.

La permeabilidad es muy baja y el drenaje profundo muy deficiente, por lo que las presiones intersticiales serán altas; sin embargo, éstas son disipadas, en parte, mediante el drenaje del macizo rocoso que se establece a través de la red de fisuración de los estratos de areniscas. El drenaje superficial se realiza fácilmente mediante escorrentía.

No se han observado taludes artificiales en este grupo. No obstante, por la litología que presenta, se aconsejan diseños de taludes de 2H:1,5V. Además, se recomienda establecer la estructura del macizo rocoso en los lugares a desmontar, mediante el estudio del mismo en distintas estaciones geomecánicas.

ARCILLAS VERSICOLORS CON INTERCALACIONES DE LIMOLITAS, ARGILITAS Y ARENISCAS, (321b).

- Litología

Se trata de uno de los conjuntos litológicos más característicos del Tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios, tanto por su extensión como por sus características. Constituye la facies denominada "*Arcillas con Tubotomaculum*".

Está formado por una serie monótona de arcillas rojizas, verdosas y grises, satinadas y de aspecto esquistoso, con intercalaciones de limolitas grises, frecuentemente ferruginosas, de areniscas de grano fino y amarillentas, y de argilitas laminadas, rojas y verdes. Ocasionalmente pueden aparecer nódulos de azufre y yesos, pudiendo estos últimos encontrarse en forma de niveles o de crecimientos diagenéticos. Asimismo, son relativamente frecuentes los restos de trazas fósiles (*Tubotomaculum*). La Figura 3.66 corresponde al aspecto de detalle de los materiales de esta formación.

Una característica litológica de esta formación es la presencia dentro de ella de grandes bloques pétreos pertenecientes a formaciones más antiguas. Son especialmente frecuentes los bloques de *areniscas del Aljibe* (grupo 321a) y de *calizas con Microcodium* (grupo 312a). La presencia de estos bloques empastados en el seno de la formación son los que indican el origen tectosedimentario de la misma. Las Figuras 3.67 y 3.68 muestran, respectivamente, una visión panorámica de un bloque de *caliza con Microcodium* y su aspecto de detalle.



Figura 3.66. Aspecto de detalle de las arcillas rojas y grises, así como de una intercalación limolítica, del grupo (321b), en las proximidades del p.k. 84 de la carretera C-440 (Hoja 1074-1). Obsérvese el aspecto lajoso de las limolitas.

- Estructura

Los rasgos tectónicos regionales de este grupo litológico son muy complejos, ya que acompaña los cabalgamientos de las unidades del Complejo del Campo de Gibraltar, se pinza y cobija entre ellas, y forma niveles de despegue locales entre distintas escalas. Como consecuencia de esta tectónica accidentada, y debido a su naturaleza plástica, las estructuras de plegamiento y fracturación son complejas. Se dan buzamientos fuertes y flancos replegados e invertidos.



Figura 3.67. Visión panorámica del grupo (321b), en la que puede observarse un bloque de calizas con Microcodium en el que se ha cimentado el Castillo de Torre Estrella, situado en la finca ganadera del mismo nombre (Hoja 1070-4).

A pesar de la complejidad tectónica, y debido a su escasa resistencia, sobre este conjunto litológico se desarrollan los principales valles y vaguadas más amplias de esta Zona 2. Las vertientes de estos valles son suaves, con profusión de pequeñas lomas, separadas por cursos de agua apenas esbozados, que les confieren un aspecto lobulado, probablemente generado por antiguos deslizamientos de ladera.

En los afloramientos de este grupo puede observarse cómo las arcillas forman bancos métricos de aspecto masivo, excepto cuando la litificación las ha transformado en argilitas; en estos casos aparecen dispuestas en lechos centimétricos y afectadas por fisuraciones y laminaciones. Las intercalaciones de limolitas y de areniscas aparecen bien estratificadas en lechos de espesor centimétrico y en capas decimétricas, y se encuentran estructuradas por una laminación que les confiere su aspecto lajoso. La Figura 3.69 muestra un ejemplo de la estructura de este grupo, así como de la disposición de los materiales arcillosos y de las intercalaciones limolíticas.



Figura 3.68 Aspecto de detalle de un bloque de caliza con Microcodium, inserto en la formación (321b), que ha sido parcialmente explotado en cantera. Proximidades de la cantera Las Pilas (Hoja 1069-1).

- Geotecnia

El aspecto más importante de esta formación, que influye decisivamente en su comportamiento geotécnico, es la presencia de montmorillonita en la composición de las mismas. La estructura mineralógica de la montmorillonita favorece la entrada de moléculas de agua en su interior, que provocan una gran plasticidad y el fenómeno de la expansividad.

Ensayos realizados en esta formación, durante estudios anteriores, ofrecen los siguientes resultados:

LÍMITES DE ATTERBERG			PROCTOR NORMAL	
L. Líquido	L. Plástico	I. Plasticidad	Dens. max.	Hum. opt.
62,7	36,7	26,0	1,56 t/m ³	23,3%
CLASIFICACIÓN U.S.C.S./ASTM			CLASIFICACIÓN H.R.B./AASHTO	
MH			A-7-5	
DESCRIPCIÓN DEL SUELO: LIMOS Y ARCILLAS PLÁSTICAS EXPANSIVAS				



Figura 3.69. Vista parcial de un afloramiento del grupo (321b), en contacto con la formación de areniscas del Aljibe (321a), en las proximidades del p.k. 84 de la carretera C-440. La estructura invertida queda de manifiesto, al situarse los materiales más antiguos (321a) sobre los más modernos (321b). Asimismo, puede compararse el aspecto masivo de las arcillas frente a la estratificación de la limolitas.

Estas características de plasticidad y de expansividad provoca que los materiales pierdan su resistencia ante los procesos de hidratación y se reblandezcan. Este fenómeno hace que la capacidad portante sea baja o muy baja, por lo que es previsible la aparición de asentamientos de magnitudes altas, tanto en la cimentación de estructuras o terraplenes, como en las explanadas de las carreteras. Apoyando a este último factor, puede observarse la existencia de deformaciones (*blandones*) en los firmes de las carreteras existentes en el Tramo, cuando discurren por esta formación.

Otra consecuencia de la pérdida de resistencia de las arcillas ante la hidratación es la inestabilidad, casi generalizada, que se produce en las laderas de los relieves en donde aparece esta formación. Estas inestabilidades son de dos tipos básicos. Los procesos más generalizados se producen en el horizonte más superficial y con las pendientes más bajas. Están representados por reptaciones y solifluxiones, que mueven una gran extensión de cobertera arcillosa más o menos alterada, en función de su humedad natural. Estos movimientos pueden provocar la deformación de las explanadas realizadas en estos horizontes, así como la rotura de los elementos de fábrica que dan servicio a la carretera (cunetas, drenajes transversales, arquetas, etc.). El segundo tipo de inestabilidad corresponde a los deslizamientos de ladera que son más profundos y se desarrollan en relieves con pendientes mayores. En estas zonas deslizadas, o potencialmente inestables, pueden aparecer problemas al ser excavadas, por lo que es recomendable el uso de escolleras equilibradoras. Las estructuras será necesario cimentarlas en los horizontes más firmes, y en las zonas de terraplén, especialmente las que discurren por medias laderas, habrá que realizar una limpieza del horizonte alterado y un cimiento escalonado.

Los desmontes que se realicen en este grupo litológico podrán llevarse a cabo directamente con medios mecánicos, ya que se trata de materiales totalmente ripables. Los taludes de estos desmontes habrán de construirse con bajas inclinaciones, ya que, en la mayor parte de los casos observados, con inclinaciones de 30° a 35° presentan problemas de estabilidad rotacional. Para paliar los fenómenos de inestabilidad, se recomiendan diseños del orden de 2H:1V. Asimismo, las superficies de los taludes se erosionan fácilmente, por lo que se hace necesario revegetarlos. Es importante adecuar los drenajes del talud, tanto para disipar las presiones intersticiales del material como para reducir los efectos de la erosión.

La Figura 3.70, corresponde a un talud de pequeña altura que muestra los efectos de la inestabilidad rotacional, aunque de carácter superficial.



Figura 3.70. Talud de pequeña altura y una inclinación de 40°, realizado en los materiales arcillosos del grupo (321b), afectado por un deslizamiento superficial. Carretera C-440 (Hoja 1074-1).

Las Figuras 3.71 y 3.72, corresponden, respectivamente, a una visión general de un talud de altura media (5-20 m), y a una vista local del mismo talud.



Figura 3.71. Talud de altura media realizado en las arcillas del grupo (321b), en las proximidades del p.k. 80 de la carretera C-440 (Hoja 1074-1). Se ha construido una berma intermedia, que modifica su inclinación, y se ha cubierto con geotextil, para evitar la erosión. Obsérvense también las deformaciones en la superficie del talud.

ARENISCAS SILICEAS CON INTERCALACIONES DE ARCILLAS Y LIMOLITAS, (321a).

- Litología

Se trata del grupo más característico de esta Zona 2, ya que es el formador de los principales relieves de la región. Constituye las denominadas "areniscas del Aljibe".

Litológicamente está compuesto por areniscas silíceas (90% de cuarzo), de colores blanquecinos, amarillos y anaranjados, de grano fino, medio y grueso, teniendo estas últimas aspecto microconglomerático. En estos casos, se observan granos de cuarzo de formas redondeadas. La matriz, escasa, es limolítica, y el cemento es de naturaleza silícea, aunque puede existir algún banco con cemento carbonatado.



Figura 3.72. Visión local del mismo talud de la Figura anterior, en el que pueden verse con más detalle las deformaciones de la superficie del talud, y observar cómo el efecto de la erosión continúa por debajo del geotextil.

Localmente la cementación puede ser baja y las areniscas tener el aspecto de arenas, más o menos compactadas, pero menos resistentes. Intercalándose en el conjunto, aparecen finos lechos de arcillas de colores rojizos y marrones, pero de tonos oscuros, así como limolitas de colores grisáceos y también de aspecto ferruginoso. Las Figuras 3.73 y 3.74 corresponden a dos aspectos litológicos de detalle.



Figura 3.73. Aspecto de detalle de las areniscas del grupo (321a), en las proximidades del p.k. 84 de la carretera C-440 (Hoja 1074-1).



Figura 3.74. Aspecto de detalle de una intercalación de limolitas grises entre areniscas del grupo (321a), en las proximidades del p.k. 84 de la carretera C-440 (Hoja 1074-1).

- Estructura

Se trata de un grupo que presenta unas estructuras regionales de plegamiento y fracturación muy intensas, al estar formadas por cabalgamientos sucesivos desarrollados mediante una tectónica en escamas. De una forma general, las estructuras tienen fuertes buzamientos y son vergentes, normalmente, al Oeste; aunque localmente pueden existir buzamientos contrarios, producidos durante la fase de retrocabalgamientos.

Las *areniscas del Aljibe* forman un relieve en *crestera* caracterizado por la presencia de fuertes pendientes y de farallones de roca verticalizados, que ocupan, normalmente, las cimas de las elevaciones. Los valles y las vaguadas se desarrollan en las zonas más blandas, y su trazado tiene un fuerte control estructural.

Los afloramientos de este grupo tienen el aspecto que se muestra en la Figura 3.75. Están estructurados en lechos de espesor centimétricos y decimétrico y en capas de potencias métricas. Las intercalaciones pelíticas son inferiores normalmente a 0,5 m. Los estratos areniscosos presentan frecuentemente estructuras sedimentarias que pueden favorecer el estudio de su medio de sedimentación. La Figura 3.76 corresponde a un ejemplo de una de estas estructuras.

Los paquetes areniscosos se encuentran afectados por una red de diaclasas, de espaciado medio y alto, que produce la disgregación del macizo rocoso en elementos de tamaño bloque, generalmente de gran tamaño.

La potencia total del conjunto puede estar comprendida entre 1500 m y 2000 m, ya que su gran fracturación tectónica hace difícil precisar este dato.

- Geotecnia

Se trata de la formación más competente y resistente a la erosión de la Zona 2, y en general de todo el Tramo estudiado. Son rocas no ripables, que pueden pasar a tener ripabilidad marginal, en las zonas más tableadas, o ser totalmente ripables en los lugares en donde la cementación es muy escasa. Este último caso se produce especialmente en los afloramientos de este grupo existentes en la Zona 1, de relieve llano y alomado, descrita con anterioridad. En estas zonas, las areniscas también se muestran muy erosionables y es muy frecuente la aparición de acarcavamientos en las superficies de los taludes.

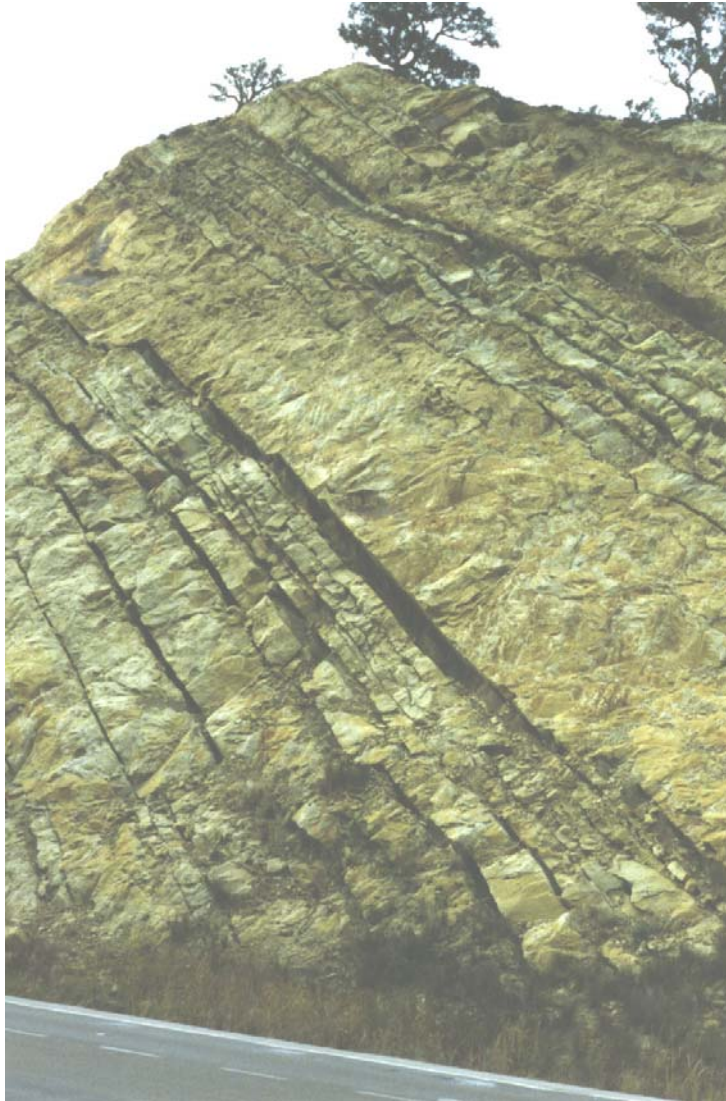


Figura 3.75. Ejemplo de la disposición que presentan las areniscas del grupo (321a). Proximidades del p.k. 84 de la carretera C-440 (Hoja 1074-1).



Figura 3.76. Estructura sedimentaria desarrollada en un lecho de arenisca del grupo (321a). Puede observarse también una intercalación arcillosa.

La capacidad portante es muy alta y no es previsible la aparición de asentamientos, tanto en las estructuras y obras de fábrica como en las explanadas.

Ensayos realizados en esta formación durante estudios anteriores arrojan los siguientes resultados:

LÍMITES DE ATTERBERG			PROCTOR NORMAL	
L. Líquido	L. Plástico	I. Plasticidad	Dens. max.	Hum. opt.
----	----	----	1,91 t/m ³	9,4%
CLASIFICACIÓN U.S.C.S./ASTM			CLASIFICACIÓN H.R.B./AASHTO	
GM			A-1-b A-2-4	
DESCRIPCIÓN DEL SUELO: GRAVA CON ARENA Y LIMOS				

La permeabilidad del conjunto es baja, aunque existe un ligero drenaje profundo, debido a la fisuración y fracturación del macizo. El drenaje superficial se realiza fácilmente por escorrentía.

Se han observado taludes de alturas medias (5-20 m) e inclinaciones del orden de 65° que se mantienen generalmente estables. Localmente pueden aparecer cuñas delimitadas por las discontinuidades que provocan inestabilidades gravitacionales, como muestra la Figura 3.77.



Figura 3.77. Ejemplo de cicatriz de cuña formada en un talud próximo al p.k. 84 de la carretera C-440 (Hoja 1074-1), realizado en las areniscas del grupo (321a).

La inclinación a adoptar en el diseño de los taludes que se realicen va a depender de la estructura local que presente la formación de areniscas. Por este motivo es recomendable el estudio concreto de la misma, mediante la ubicación de estaciones geomecánicas en las que se obtengan los datos de las discontinuidades más desfavorables para la estabilidad del talud. No obstante, de una forma preliminar, se recomiendan diseños de 1H:1V a 2H:3V.

MARGAS Y ARCILLAS ROJAS, (313e).

- Litología

Grupo de escasa extensión, aparece únicamente en las proximidades de la localidad de Los Barrios (Hoja 1075-3).

Se trata de una alternancia irregular de margas verdosas y grises, y arcillas rojas y violáceas, con pequeñas intercalaciones centimétricas de calizas arenosas y areniscas, las cuales son más abundantes hacia el techo de la serie.

- Estructura

Regionalmente, esta formación se integra dentro de la *lámina o manto de Algeciras*, por lo que acompaña los cabalgamientos de dicho manto; sin embargo, su presencia no es abundante, ya que, dado su carácter pelítico, puede estar pinzada o cobijada bajo las escamas.

Los afloramientos son escasos y quedan limitados a los pequeños desmontes realizados para la carretera C-440, en las proximidades de la localidad de Los Barrios. En ellos puede observarse el aspecto masivo de los materiales. La potencia total de esta formación es de 150 m, aproximadamente.

- Geotecnia

Se trata de materiales arcillosos fácilmente ripables, erosionables y alterables. Esta alteración hace que la capacidad de carga sea baja, especialmente en los horizontes más superficiales, y que se produzcan asentamientos de magnitudes altas. Las explanadas realizadas en estos materiales van a presentar deformaciones por la plasticidad de los mismos.

La permeabilidad del conjunto es muy baja y el drenaje profundo difícil. Esto provoca que las presiones intersticiales de las arcillas tarden en liberarse, lo que produce el reblandecimiento y pérdida de resistencia de las mismas. El drenaje superficial es fácil, ya que el gradiente topográfico es adecuado.

Se han observado taludes de alturas bajas que, con inclinaciones próximas a los 40 °, muestran procesos de deslizamiento, como es el caso de la Figura 3.78. La recomendación es ir a diseños próximos a 2H:1V.



Figura 3.78. Talud de pequeña altura realizado en los materiales arcillo-margosos del grupo (313e), que muestra problemas de estabilidad rotacional. Proximidades del p.k. 98 de la carretera C-440 (Hoja 1075-3).

MARGAS Y ARENISCAS MICACEAS, (313d).

- Litología

Constituye la denominada "*unidad Algeciras*" y aparece exclusivamente en el extremo suroriental del Tramo.

Se trata de una alternancia con una cierta regularidad, que le confiere un aspecto flyschoides, de margas blanquecinas y azuladas, arcillas margosas masivas, de colores grises y verdes, y lechos de areniscas micáceas, en facies turbidíticas.

- Estructura

La estructura regional de esta serie está definida por el emplazamiento de mantos en una tectónica de escamas, las cuales tienen buzamientos fuertes y tienen vergencia al Oeste y Noroeste.

En los afloramientos de este conjunto la estructura está definida por los niveles de areniscas micáceas, ya que se muestran bien estratificados y aparecen dispuestos en lechos de espesor decimétrico y, ocasionalmente, en capas métricas. Las arcillas son totalmente masivas y pueden tener potencias de varios metros. Por el contrario las margas aparecen en estratos de aproximadamente 1 m de espesor.

Afectando a todo el conjunto, pero evidente sólo en los niveles rocosos, aparece un diaclasado ortogonal a la estratificación que libera bloques de roca de formas tabulares y ocasionalmente cúbicos.

La potencia total de la formación en este sector del Tramo en donde aparece puede estar comprendido entre 300 y 500 m.

- Geotecnia

Los materiales de este grupo son en general ripables, aunque la presencia esporádica de algún nivel rocoso de mayor potencia puede hacer necesario el empleo de voladuras locales. La capacidad portante del conjunto es alta, exceptuando los miembros más arcillosos de la formación que, por su mayor alterabilidad, la tienen media-baja. En presencia de alternancias litológicas se pueden producir asientos diferenciales. Los niveles más blandos son fácilmente meteorizados, y es frecuente encontrar acarcavamientos y erosiones diferenciales en las superficies de los desmontes realizados en esta formación.

La permeabilidad del conjunto es media-baja y se desarrolla por la fisuración de los miembros rocosos. Esto genera un drenaje profundo lento que desagua por los niveles areniscosos del grupo, que actúan de drenes naturales. El drenaje superficial es fácil por escorrentía.

Los taludes de mayor interés observados corresponden a los ejecutados en las obras, realizadas en la actualidad, de la carretera N-340 (Figura 3.79), entre las localidades de San Roque (Hoja 1075-3) y Guadiaro (fuera del Tramo).



Figura 3.79. Talud de altura media realizándose en las obras de la autovía N-340, en las proximidades de la localidad de San Roque (Hoja 1075-3). Puede observarse el aspecto de la disposición de los materiales.

Los taludes son de altura media, tienen inclinaciones próximas a los 50° y se mantienen estables, por lo que pueden considerarse recomendables, de una forma general, los diseños de 1H:1,5V. Sin embargo, es conveniente tener en cuenta la estructura geológica de la formación en cada caso concreto.

ARCILLAS Y ARENISCAS MICACEAS, (313b).

- Litología

Se trata de la serie subyacente de las "areniscas del Aljibe" (grupo 321a), apareciendo en contacto concordante con ellas, pero formando malos afloramientos, dada su naturaleza arcillosa. Sin embargo, han podido ser observadas en alguna pequeña excavación realizada en ellos para la ubicación de una conducción, en donde tienen el aspecto de la Figura 3.80.



Figura 3.80. Aspecto de las arcillas con una intercalación de arenisca micácea del grupo (313b), en una excavación realizada en la carretera de Facinas (Hoja 1074-2).

Son arcillas rojas y verdes, algo limosas y ocasionalmente micáceas, que presentan pequeñas intercalaciones de areniscas micáceas, de grano fino a muy fino y de colores grisáceos y pardos. La Figura 3.81 muestra el aspecto de detalle de un bloque tabular de estas areniscas, extraído de una de estas zanjas mencionadas.



Figura 3.81. Detalle de las areniscas del grupo (313b) en la carretera de Facinas (Hoja 1074-2).

- Estructura

Tectónicamente, acompaña en el emplazamiento de los cabalgamientos a la *serie del Aljibe* de la que forma parte. Además, dada la posición basal que ocupa y su naturaleza arcillosa, constituye un nivel de despegue en la tectónica de escamas.

Las arcillas se disponen en capas de apariencia masiva, pero laminadas tectónicamente, lo que les confiere un cierto aspecto estratificado. Las areniscas se disponen en lechos de espesor centimétrico y se hallan atravesadas por diaclasas, que las liberan en bloques tabulares y cúbicos, de diversos tamaños. La potencia total de esta serie oscila entre 100 y 150 m.

- Geotecnia

Grupo totalmente ripable, poco erosionable, pero alterable por hidratación de las arcillas. Como consecuencia de esa alterabilidad, la capacidad portante es baja; sin embargo, la presencia de niveles de areniscas en zonas inalteradas eleva dicha capacidad a valores medios.

La permeabilidad es baja y el drenaje profundo deficiente, lo que produce un aumento de las alteraciones y de la plasticidad de las arcillas, con la consiguiente pérdida de resistencia. El drenaje superficial es fácil, debido a que el relieve de las áreas en donde aparece esta formación tiene las pendientes topográficas adecuadas.

No han sido observados taludes en esta formación. No obstante, dado su carácter arcilloso, se recomiendan diseños próximos a 2H:1V.

CALCARENITAS, CALIZAS BIOCLÁSTICAS Y ARCILLAS, (313a).

- Litología

Grupo constituido por una alternancia irregular de calizas bioclásticas y calcarenitas, de colores blanquecinos o amarillentos, y arcillas rojas, grises y verdosas, a veces margosas. La Figura 3.82 muestra el aspecto de los materiales que componen este grupo.

- Estructura

La estructura regional es de acompañamiento en la tectónica de escamas que caracteriza a casi todas las unidades de la Zona 1, por lo que presenta estructuras de plegamiento y fracturación con buzamientos fuertes y vergentes, en la mayor parte de los casos, al Oeste.



Figura 3.82. Aspecto de los estratos calcáreos entre niveles arcillosos, de distintas tonalidades, del grupo (313a). Proximidades de la cortijada de Los Alburejos (Hoja 1069-1).

Los buenos afloramientos de esta formación son escasos, ya que se encuentran recubiertos y elaborados por las prácticas agrícolas. No obstante, en algunas zonas se observan cómo son las capas calcáreas las que definen la estructura de la serie, ya que se encuentran bien estratificadas en lechos de espesor decimétrico, no superando nunca el metro de potencia. Por el contrario, las arcillas se presentan con aspecto masivo, excepto pequeñas laminaciones locales, que les confieren un aspecto algo lajoso. En los estratos rocosos y en algunos niveles arcillosos más consolidados se manifiesta un diaclasado, de espaciado medio y ortogonal a la estratificación, que libera bloques de roca de formas más o menos cúbicas. La potencia total de esta serie es del orden de 150 m.

- Geotecnia

Se trata de una formación en general ripable, ya que la escasa potencia de los niveles rocosos más resistentes no dificultan en gran medida la remoción de estos materiales. Es diferencialmente erosionable y presenta capacidad portante alta a media, en función de la cantidad de intercalaciones rocosas. Los niveles arcillosos son alterables por hidratación. En este sentido hay que señalar que el escaso drenaje profundo se canaliza a través de los estratos fisurados calcáreos, los cuales aportan cierta cantidad de agua a las arcillas que los limitan, y las reblandecen. El drenaje superficial es fácil por escorrentía.

Los taludes observados en esta formación son de alturas bajas y se mantienen estables con inclinaciones de aproximadamente 40°. Como norma general se puede recomendar la relación 3H:2,5V, para la realización de taludes generalmente estables. Sin embargo habrá que considerar, en todos los casos, la estructura geológica local de la serie, que será la que aporte la inclinación más adecuada en la estabilidad del talud.

MARGAS, ARCILLAS, MARGOCALIZAS, CALIZAS BIOCLÁSTICAS Y CALIZAS ARENOSAS, (312a).

- Litología

Se trata de un conjunto litológico muy complejo ya que está formado por materiales que presentan variaciones de unas zonas a otras.

Se trata de una alternancia irregular de arcillas carbonatadas de colores rojos y marrones; margas blancas (Figura 3.83), grises y hasta negras; margocalizas, de colores generalmente blanquecinos (Figura 3.84); calizas bioclásticas, de tonos amarillentos, con aspecto algo brechoide (Figura 3.85); y calizas micro y mesocristalinas, arenosas, y de colores grises, cremas y blancos (Figura 3.86).

- Estructura

Las estructuras de esta serie calcárea presentan una gran variación, como consecuencia de ocupar áreas tectónicamente distintas y a su vez muy dispersas. De esta forma se dan estructuras de basculamiento y plegamiento con buzamientos suaves, y otras cuyos flancos se encuentran verticalizados o invertidos.



Figura 3.83. Margas blancas del grupo (312a), con finas intercalaciones calcomargosas. Cerro de los Espatales (Hoja 1070-4).



Figura 3.84. Aspecto de detalle de las margocalizas del grupo (312a), en el Cerro de los Espartales (Hoja 1070-4).



Figura 3.85. Aspecto de detalle de las calizas bioclásticas del grupo (312a), en las proximidades de la localidad de Los Barrios (Hoja 1075-3):



Figura 3.86. *Detalle de las calizas mesocristalinas y arenosas del grupo (312a). Canteras de Polinario, al norte de la localidad de Los Barrios (Hoja 1075-3).*

En los afloramientos de esta serie, los materiales rocosos se hallan estructurados en capas con estratificación normalmente bien definida y con espesores de varios decímetros, sin llegar a superar el metro. Estos paquetes rocosos se encuentran fracturados por una red de diaclasas, de espaciados medios, que disgregan el macizo en bloques de formas variadas e irregulares. Las margas y las arcillas aparecen normalmente con aspecto masivo, aunque, éstas últimas, pueden estar laminadas tectónicamente y mostrar un ligero bandeado. Un ejemplo de la disposición de estos materiales puede observarse en la Figura 3.87.

La potencia total del conjunto está comprendida entre 150 y 200 m

- Geotecnia

Se trata de un grupo de materiales con un grado de ripabilidad variable. Las zonas pelíticas y margosas son fácilmente ripables, frente a las rocosas que pueden tener ripabilidad marginal o no ser ripables, en función de la potencia de los estratos y del grado de fracturación del macizo. La capacidad portante es en general alta, aunque pueden producirse asentamientos diferenciales en apoyos formados por litologías de distinta competencia.

La permeabilidad es media y se desarrolla por fisuración. El drenaje profundo es deficiente a moderado y se canaliza a través de los paquetes calcáreos. El drenaje superficial es fácil por escorrentía.

Los taludes de mayor interés que se han observado en esta formación corresponden a los realizados en los desmontes para la autovía N-340, entre las localidades de San Roque (Hoja 1075-3) y Guadiaro (fuera del Tramo), actualmente en construcción (Figura 3.88). Son de alturas medias y grandes y se mantienen estables con diseños del orden de 1H:1V. No obstante, la estructura geológica local va a influir en la inclinación de estabilidad de cada uno de los taludes que se puedan realizar en esta formación.



Figura 3.87. Estructura verticalizada de un paquete de calizas del grupo (312a), intercalado entre niveles de arcillas del mismo grupo. Proximidades de las canteras de Polinario, al norte de la localidad de Los Barrios. (Hoja 1075-3).

MARGAS Y MARGOCALIZAS, (232).

Este grupo litológico ha sido descrito en la Zona 1 (página 76), al ser más característico de la misma.



Figura 3.88. Desmonte realizado en el grupo (312a) en la construcción de la autovía N-340, entre las localidades de San Roque (Hoja 1075-3) y Guadiaro (Fuera del Tramo).

CALIZAS Y DOLOMIAS, (221).

- Litología

Grupo de reducida extensión dentro del Tramo, aparece solamente en tres pequeños afloramientos dispersos respectivamente en la Hojas 1062-2, 1070-4 y 1069-1. Constituye la única representación del período Jurásico en todo el ámbito del Tramo.

Litológicamente está formado por calizas y dolomías muy blancas, micríticas, microcristalinas y pulverulentas, cuyo aspecto de detalle puede ser observado en la Figura 3.89.



Figura 3.89. Aspecto de detalle de las calizas blancas del grupo (221), en la cantera Las Pilas, próxima a la localidad de Medina-Sidonia (Hoja 1070-4).

Ocasionalmente aparecen niveles de calizas dolomíticas grises, y otros de calizas blancas brechificadas. Son relativamente frecuentes los procesos de descalcificación, por lo que aparecen bolsones rellenos de arcillas carbonatadas.

- Estructura

Todos los afloramientos de estas rocas jurásicas presentes en el Tramo son bloques "flotantes" sobre los materiales arcillo-salinos del Trías, removilizados durante los procesos tectónicos que han afectado a la región, por lo que su estructura regional es totalmente discordante con las series adyacentes.

Los afloramientos de estas rocas forman un relieve alomado, en el que la presencia de algún banco calcáreo no produce grandes irregularidades. En estos afloramientos, los materiales se disponen estratificados en capas de espesores métricos y están afectados por una intensa fracturación, que disgrega el macizo rocoso en elementos de tamaño cantos y bloques, de formas y tamaños variables. La potencia total de este grupo es muy variable y está comprendido entre 20 m y 80 m. La Figura 3.90 corresponde a un pequeño afloramiento de este grupo.



Figura 3.90. Aspecto de uno de los afloramientos de calizas blancas, con aspecto brechoide, del grupo (221), existentes en el Tramo. Proximidades del p.k. 23 de la carretera a Puerto Real (Hoja 1062-2).

- Geotecnia

Son materiales no ripables, con capacidad portante muy alta y escasamente erosionables. Son alterables, a largo plazo, por disolución, por lo que pueden tener karstificaciones.

La permeabilidad, que se desarrolla por la fracturación y la fisuración, es baja-media, y el drenaje profundo generado es moderado. No obstante, en las zonas que existan conductos kársticos, la circulación de agua subterránea tendrá las características de drenaje libre. El drenaje superficial es fácil, ya que el gradiente topográfico es adecuado.

Los taludes observados corresponden a los frentes de explotación de las canteras que se ubican en esta formación. Son de alturas medias a altas, tienen inclinaciones sub-verticales y presentan caídas generalizadas de bloques y cantos. Debido a la escasa extensión de este grupo dentro del Tramo, y que en su mayor parte se encuentra ocupado por explotaciones de cantera, no es previsible que vaya a ser afectado por el trazado de nuevas carreteras. En cualquier caso, para obtener la estabilidad de los taludes a realizar en esta formación ha de tenerse en cuenta la estructura local de las rocas, ya que pueden originarse deslizamientos gravitacionales formados por cuñas y bloques.

Las calizas y dolomías de esta formación son útiles para su empleo como áridos de carreteras. La Figura 3.91 corresponde a una visión general de la *Cantera de Las Pillas*, en la que están siendo explotadas.

YESOS, MARGAS YESIFERAS Y ARCILLAS (213a) CON DOLOMIAS Y CALIZAS DOLOMITICAS (213b) Y OFITAS (213c).

Este grupo litológico ha sido descrito en la Zona 1 (página 84), al ser más característico de la misma.



Figura 3.91. Visión panorámica de la *Cantera Las Pilas*, situada en las proximidades de la localidad de *Medina-Sidonia* (Hoja 1070-4), que explota las calizas y dolomías blancas del grupo (221).

3.3.5. Grupos geotécnicos

En este apartado, las formaciones geológicas correspondientes a la Zona 2, se agrupan en función de sus características geotécnicas, en lo que en este estudio se llaman "grupos geotécnicos". Son los siguientes:

- GT1. Arcillas, margas yesíferas y yesos

Son materiales poco resistentes, ripables, erosionables y de comportamiento muy plástico ante pequeños aumentos de humedad. La presencia de yesos, y su disolución, provoca en los materiales alteraciones y pérdidas de consistencia. Además, las aguas cargadas con los sulfatos procedentes de la disolución de los yesos (selenitosas) son muy agresivas a los hormigones normales. Son materiales muy poco permeables, que retienen durante largos períodos de tiempo el agua que les llega por precipitación, con lo que se reblandecen. Estos reblandecimientos producen inestabilidades rotacionales, en las zonas de ladera, y pérdidas de capacidad portante y asentamientos de magnitudes altas, en las zonas llanas y de fondo de valle. Los taludes que se realicen en estos materiales deberán tener inclinaciones bajas.

En la Zona 2 este grupo geotécnico GT1 está representado por la formación (213a).

- GT2. Arcillas con intercalaciones de areniscas, limolitas y argilitas

Conjunto de materiales fácilmente ripables, aunque localmente existen ripabilidades marginales, producidas por los niveles areniscosos. Son alterables y diferencialmente erosionables. Tienen capacidad portante baja, que disminuye a muy baja ante fenómenos de hidratación. La permeabilidad es baja. El drenaje profundo es generalmente difícil, desarrollándose por la fisuración de los niveles rocosos; y el superficial es adecuado, por escorrentía, aunque pueden existir encharcamientos en zonas deprimidas y llanas. Los taludes no van a admitir inclinaciones fuertes, ya que pueden presentar deslizamientos rotacionales y acarreamientos por la erosión de sus superficies.

Las formaciones (321c), (321b), (313e), (313d) y (313b) son las que representan, en esta Zona 2, al grupo geotécnico GT2.

- GT3. Areniscas con escasas intercalaciones de arcillas y limolitas

Se trata de rocas areniscosas, muy consolidadas por cementos silíceos y, ocasionalmente, carbonatados, de alta capacidad portante, difícilmente erosionables

y no ripables. Son materiales que tienen una permeabilidad normalmente baja, al estar sus poros ocupados por cemento químico, aunque existe un lento drenaje profundo, desarrollado a través de la red de discontinuidades del macizo rocoso (estratificación, diaclasas y fracturas). El drenaje superficial es fácil, ya que estas rocas forman áreas con gradientes topográficos muy altos. Los taludes que se realicen en estas rocas no van a plantear problemas generales de estabilidad, sino deslizamientos planares locales, de grandes dimensiones (cuñas y bloques), que son consecuencia de su estructura geológica.

La formación (321a) es la única representante del grupo geotécnico GT3.

- GT4. Margas, margas arenosas y arcillas, con intercalaciones de calizas margosas, calizas, calcarenitas y areniscas

Se trata de materiales fundamentalmente margosos con intercalaciones, generalmente finas, de otras litologías, generalmente calcáreas, que les sirven de armazón. Son materiales ripables, o en algún caso con ripabilidad marginal, y diferencialmente erosionables. Son alterables, por lo que se hallan frecuentemente recubiertos por suelos residuales de carácter arcilloso (*terra rossa*), procedentes de la descalcificación de los carbonatos. Los términos margosos tienen capacidad portante media, que pueden tener problemas de asentamientos diferenciales, y alta, los miembros rocosos o áreas con mayor abundancia de ellos. Los suelos residuales tienen capacidad portante baja. La permeabilidad es baja y el drenaje profundo difícil. La escorrentía va a plantear problemas de encharcamientos en las áreas llanas y de carácter endorreico, que se dan frecuentemente. Los taludes admiten inclinaciones medias, aunque pueden presentar caídas locales de cantos y pequeños bloques.

En esta Zona 1, el grupo geotécnico GT4 está representado por las formaciones (313a), (312a) y (232).

- GT5. Calcarenitas y biocalcarenitas

Son rocas de alta capacidad portante, ripables y escasamente erosionables. Pueden ser alterables al perder su cementación, disgregándose en arenas calcáreas. Son materiales que tienen una permeabilidad alta, generada por una gran porosidad eficaz, por lo que el drenaje profundo es fácil. La escorrentía superficial, aunque puede verse dificultada en algunas zonas llanas, la alta capacidad de infiltración de las rocas va a impedir la aparición de encharcamientos. Los taludes de mayor altura y de inclinaciones subverticales pueden presentar desprendimientos de grandes bloques, procedentes de los bordes de los mismos.

La formación (321e) es el único representante de este grupo geotécnico GT5.

- GT7. Arenas y limos

Son unos materiales no cohesivos, con algunos niveles más compactados, pero generalmente desagregados. Son fácilmente excavables, tienen capacidad portante media-baja, en función de su densidad. Son muy erosionables, por lo que van a dar problemas de aterramientos de cunetas y acarreamientos en las superficies de los taludes. La porosidad eficaz es muy grande y la permeabilidad es alta, por lo que el drenaje profundo es fácil. No se producen encharcamientos, dada la gran capacidad de infiltración del material. Los taludes deberán tener la inclinación adecuada para disminuir los efectos de la erosión y ser revegetados.

El grupo (322a) es el único representante de este grupo geotécnico GT7 en la Zona 2.

- GT8. Dolomías, calizas y calizas dolomíticas

Son materiales rocosos, difícilmente erosionables, no ripables, y cuya permeabilidad, baja, está condicionada por la red de fracturación. El drenaje superficial es adecuado. La capacidad portante de las rocas es muy alta. Los taludes de grandes alturas y fuertes inclinaciones pueden presentar inestabilidades gravitacionales (bloques y cuñas), según resulten las condiciones de la red de fracturación.

Este grupo geotécnico está representado en la Zona 2 por las formaciones (221) y (213b).

- GT9. Rocas ofíticas

Son rocas masivas, duras y cristalinas, no ripables, no erosionables y con capacidad portante muy alta. La permeabilidad es baja y el escaso drenaje profundo existente se desarrolla por las diaclasas de la roca. El drenaje superficial es fácil. Los taludes de grandes alturas y fuertes inclinaciones pueden presentar inestabilidades gravitacionales.

La formación (213c) es el único representante del grupo geotécnico GT9.

- GT11. Gravas, arenas, limos y arcillas

Son materiales escasamente compactados, erosionables y fácilmente excavables, que presentan normalmente una permeabilidad alta y niveles freáticos próximos a la

superficie. La capacidad portante es baja y media, y los asientos que pueden aparecer variarán de magnitudes altas a moderadas. Los taludes que se excaven en estas formaciones pueden tener problemas de erosión y caídas permanentes de cantos y bloques.

En esta Zona 2 el grupo geotécnico GT11 está compuesto por las formaciones (A), (V), (D) y (G1).

- GT12. Bloques ciclópeos, bloques, bolos y cantos, con matriz areno-arcillosa

Se trata de materiales coluviales y procedentes de deslizamientos de ladera de grandes magnitudes, que presentan como característica la gran disparidad de tamaños de sus elementos constituyentes. Son terrenos ripables, aunque pueden existir bloques tan grandes que hayan de ser taqueados, para su demolición. La capacidad portante es adecuada, ya que los materiales se encuentran suficientemente compactados. No son excesivamente erosionables y no son alterables. Presentan permeabilidad alta o media, en función de la cantidad de finos en la matriz, y el drenaje profundo generado es generalmente fácil. El drenaje superficial no va a producir encharcamientos. Los taludes muy inclinados, de alturas medias y altas, van a presentar desprendimientos de bloques de distintos tamaños.

Las formaciones (C1) y (C2) son las representantes de este grupo geotécnico GT12.

3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.

La Zona 2 está formada por formaciones cenozoicas constituidas por litologías arcillosas y margosas, así como una gran proporción de formaciones o intercalaciones rocosas (areniscas, calizas, calcarenitas, dolomías y ofitas). También aparecen extensamente representadas las formaciones superficiales cuaternarias compuestas por sedimentos detríticos de granulometría variada.

Los principales problemas geotécnicos de la Zona 2 van a proceder de los materiales arcillo-salinos del Trías (grupo 213a), arcillosos del Mioceno (grupo 321b), así como por los miembros arcillosos del resto de las formaciones terciarias. Se trata de suelos alterables en los que la hidratación provoca la disminución en sus parámetros resistentes. Esto provoca la pérdida de capacidad portante, por lo que se generan asientos de magnitudes grandes o diferenciales en las cimentaciones de las obras de fábrica y estructuras, así como en los cimientos de terraplenes. Además estos reblandecimientos del material hace poco aconsejable su empleo como explanada. Otro problema que es consecuencia de los reblandecimientos es la gran inestabilidad rotacional que presentan estos materiales arcillosos, tanto en las laderas naturales como en los taludes artificiales con inclinaciones medias. Es aconsejable construir taludes tendidos para evitar su deslizamiento.

Los materiales rocosos plantean grandes problemas de ripabilidad, dada su gran extensión dentro de la Zona 2, incrementándose las dificultades, además, por la gran altura previsible de los desmontes que puedan afectar a estas rocas. Las inestabilidades que se puedan producir en los taludes que se diseñen en estas formaciones son, sobre todo de carácter gravitacional (cuñas y bloques). Esto hace necesario el conocimiento concreto de la estructura geológica en cada caso.

Las formaciones detríticas, terciarias y cuaternarias, plantean como única dificultad la alta erosionabilidad que pueden presentar los taludes, y que da lugar al aterramiento de las cunetas y otros elementos del drenaje. Por este motivo es conveniente estudiar la inclinación más adecuada, y los métodos correctores convenientes, para paliar dichos efectos.

4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

El Tramo Jerez de la Frontera tiene unos territorios, en la mitad Noroeste del mismo (Zona 1), de topografía poco accidentada. Están formados por una extensa zona en la que la presencia de algunos montes de mayor entidad no supone ningún obstáculo para la ejecución de vías de comunicación. El sector que forma la Zona 2 (mitad suroriental), es el que tiene las mayores dificultades topográficas, dada su orografía más accidentada, y especialmente las áreas centrales de esta Zona, que corresponden a las sierras del Padrón, Montecoche, Blanquilla, Sequilla y del Niño. La topografía accidentada de esta Zona dificulta el trazado de nuevas vías de comunicación, ya que en ellas sería necesaria la ejecución de múltiples desmontes y grandes estructuras o potentes terraplenes, para ir salvando los desniveles presentes en la misma. Por el contrario, en la Zona 1, de relieve llano y alomado, las nuevas carreteras se pueden diseñar por corredores de topografía más suave.

4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS

La naturaleza de los problemas geomorfológicos que presenta el Tramo está en estrecha relación con las características litológicas y tectónicas de los materiales que lo forman.

El sector más abrupto de la Zona 2 de este Tramo tiene un relieve formado por una sucesión de elevaciones, separadas entre sí por valles encajados. Son áreas que, por tener un relieve rejuvenecido, están muy afectadas por la erosión, ya que los ríos no han logrado su perfil de equilibrio. Esta erosión se produce principalmente en los cauces de ríos y arroyos, aunque también se manifiesta estacionalmente en las laderas de los cerros, a causa de las aguas de arroyada. Los principales problemas que pueden ocurrir a causa de la erosión fluvial en las obras de carreteras son los siguientes:

- Socavaciones en las pilas de las estructuras, cuando la cimentación de las mismas no se encuentra lo suficientemente empotrada en el terreno más firme.
- Acumulación de detritos y vegetación, arrastrados por la corriente, y posterior obstrucción de las embocaduras de los tubos de desagüe que atraviesen terraplenes, con el consiguiente peligro para los mismos. Además, este efecto puede producir el rebosamiento de las aguas por encima de la calzada.
- Erosiones en los estribos de los puentes, cuando éstos están realizados con materiales de préstamo y esta construcción implica una reducción del cauce natural máximo del río o arroyo.

Otro problema geomorfológico es el que aparece en los territorios formados por materiales arcillosos y arcillo-salinos. Las laderas, incluso con pequeñas inclinaciones, responden a los

cambios en la consistencia de los materiales con movimientos continuos y esporádicos. Los movimientos continuos están representados por las reptaciones y la solifluxión, que afectan a una capa más o menos superficial de terreno, y que dan lugar a pequeños desperfectos en las obras. Los movimientos esporádicos corresponden a los deslizamientos de ladera; afectan a un volumen importante de materiales, y sus consecuencias en las obras son generalmente desastrosas.

En las áreas de mayor relieve existe un gran número de afloramientos rocosos que se hallan afectados por inestabilidades gravitacionales, debido a la forma que toman y a su estructura. Este fenómeno produce frecuentes caídas de bloques ciclópeos, que pueden ocasionar problemas en las obras y en daños en las personas.

El resto del Tramo corresponde a un terreno alomado, separado por valles fluviales de fondo plano. Las laderas de estos valles son generalmente estables, aunque pueden existir ocasionales movimientos de materiales arcillosos alterados. En esta Zona, existen algunas áreas que, por su escaso gradiente topográfico, pueden encharcarse, largamente, en las épocas de precipitaciones máximas. Asimismo, durante estas precipitaciones aparecerán pequeñas erosiones producidas en las márgenes de los ríos y en alguna ladera de mayor pendiente, formada en materiales poco resistentes.

4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

En el Tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios pueden aparecer los siguientes problemas geotécnicos:

- Presencia abundante de materiales de alta plasticidad.
- Fenómenos de expansividad en suelos arcillosos. Alteración por hidratación. Reblandecimientos. Drenajes profundos deficientes y presiones intersticiales altas.
- Abundancia de materiales con capacidad portante baja, que disminuye ante alteraciones. Asientos tanto en explanadas (grietas y deformaciones en los firmes; blandones) como en los cimientos de estructuras y terraplenes, especialmente en zonas de media ladera, debido a las inestabilidades de las mismas (reptación, soliflucción, deslizamientos). Suelos mejorados y búsqueda de los niveles más firmes.
- Inestabilidades rotacionales en taludes. Taludes tendidos, con bermas y drenados.
- Erosiones de la superficies de los taludes, tanto en materiales blandos (acarcavamientos) como en rocosos (erosiones diferenciales). Canalización de las aguas de precipitación mediante elementos drenantes. Protección de la superficie con lámina geotextil y revegetación de las mismas. Ampliación del cunetón para eliminar el aterramiento de los drenajes.
- Presencia abundante de materiales salinos. Procesos de disolución. Aguas selenitosas agresivas a los hormigones normales.
- Ripabilidad nula o difícil de algunas formaciones rocosas. Empleo de voladuras para desmontes.
- Inestabilidades gravitacionales en los taludes realizados en las formaciones rocosas con estructura desfavorable ante la orientación e inclinación del talud. Cuñas, bloques y caídas generalizadas de cantos. Bulonado, gunitado, malla de guiado, cunetones de recogida, drenajes para eliminar presiones intersticiales.

4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

Como resultado del análisis topográfico, geomorfológico y geotécnico del Tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios, y teniendo en cuenta los condicionantes que imponen las modernas carreteras y las poblaciones existentes, se recomiendan tres corredores viarios, que se consideran los más adecuados dentro del Tramo. Dichos corredores han sido denominados "CT-1", sus variantes "CT-1A" y "CT-1B", "CT-2" y "CT-3".

En la Figura 4.1 se muestran esquemáticamente estos corredores de trazado.

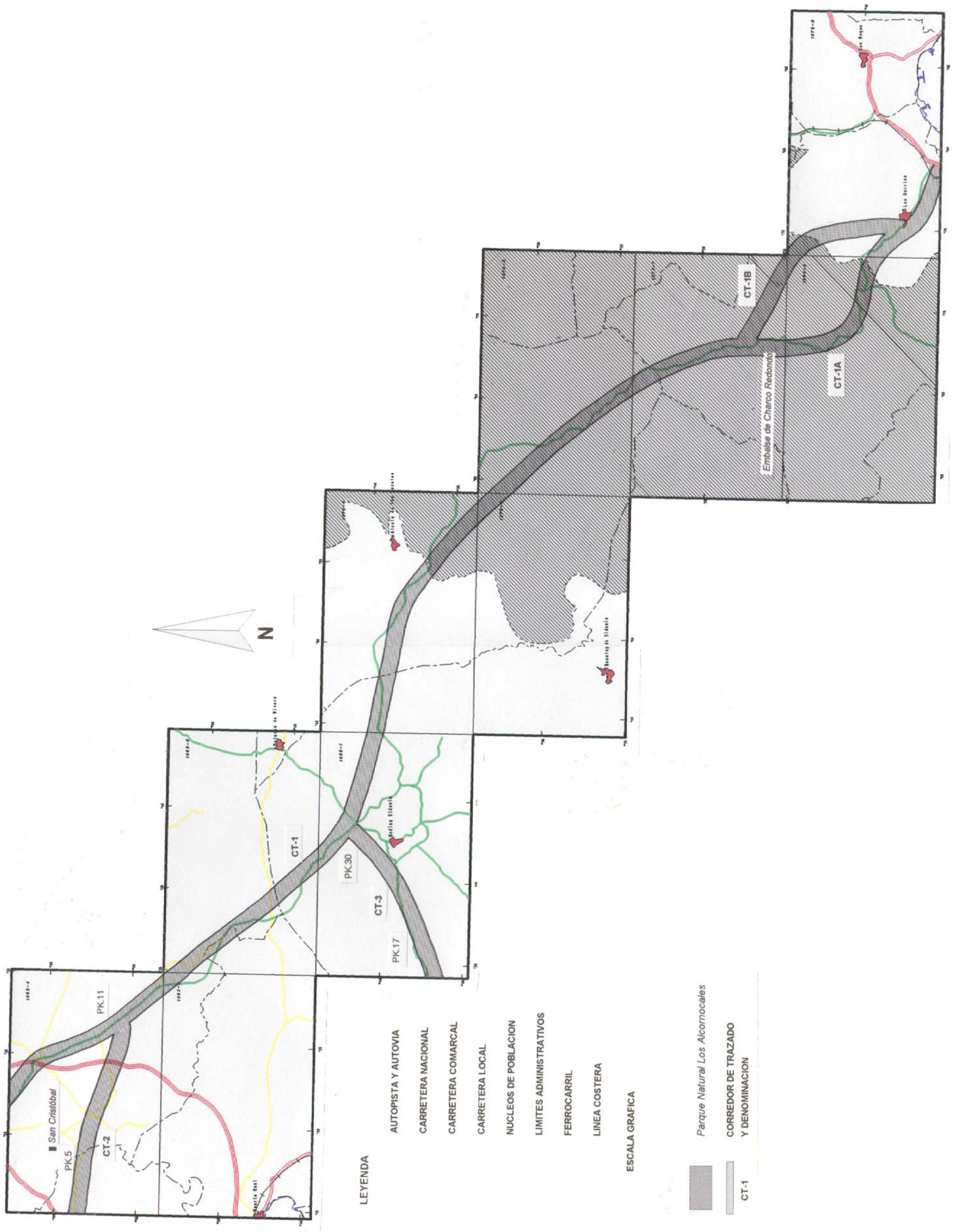


FIGURA 4.1. ESQUEMA DE CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS EN EL TRAMO

El corredor "CT-1" inicia su entrada en el Tramo por su borde septentrional, procedente de la ciudad de Jerez de la Frontera (fuera del Tramo). Desde este inicio coincide con el corredor ocupado en la actualidad por la carretera C-440, excepto en algunas zonas en las que, por la existencia de amplias curvas, se separa puntualmente de él. A partir de una zona situada unos dos kilómetros al norte del cruce de la C-440 y la carretera local de Paterna de Ribera a Puerto Real (p.k.21), se separa del trazado actual y lo vuelve a tomar en el p.k. 28, aproximadamente, simplificando así el trazado. Desde este punto continúa por el corredor actual, recientemente mejorado, hasta el p.k. 42, en donde vuelve a separarse de él, variando el trazado por el Sur, hasta el p.k. 46, en donde volvería a unirse al corredor actual, hasta las proximidades del p.k. 48. A partir de aquí penetra en el límite del *Parque Natural Los Alcornocales*. Se separa de la carretera actual, de trazado irregular, y, bordeando la "cola" del *embalse de Barbate*, volvería de nuevo al corredor, en las proximidades del p.k. 63, coincidiendo con él hasta el p.k. 80 (al norte de la *Venta La Polvorilla*). Desde este punto existen dos opciones, que han sido denominadas CT-1A y CT-1B.

La opción CT-1A supone el continuar con el mismo trazado de la actual carretera C-440, atravesando el *embalse de Charco Redondo* mediante dos viaductos, ampliando los ya existentes, hasta las proximidades del p.k. 85, desde donde se puede realizar una mejora, y una simplificación del trazado, hasta aproximadamente el p.k. 96, punto en el que, saliendo del *Parque Natural Los Alcornocales*, empalmaría con la variante de Los Barrios, actualmente construida, y por ella se uniría a la actual autovía N-340.

La opción CT-1B parte del p.k. 80 de la C-440 y, dirigiéndose al Sureste, bordea, por el norte, el *embalse de Charco Redondo* hasta el paraje denominado *Cerro Bejarano*. Desde aquí, gira al Sur, y se dirige hacia el extremo septentrional de la variante de Los Barrios, formando, de nuevo, un único corredor hasta su enlace con la autovía N-340.

El corredor "CT-2" serviría para enlazar el trazado anteriormente descrito (CT-1) con la carretera N-IV y las zonas industriales y turísticas aledañas al Puerto de Santa María (fuera del Tramo). Enlaza con la carretera C-440 en las proximidades del p.k. 11, toma una dirección O.NO. y, pasando al sur del núcleo de población de El Portal, enlaza con el pasillo ocupado por la carretera local Jerez de la Frontera-El Puerto de Santa María, en su p.k. 5, al pie del cerro *San Cristóbal*, uniéndose a la carretera N-IV en un sector próximo al extremo occidental del Tramo, pero fuera del mismo.

El corredor "CT-3" se ha propuesto para unir la carretera C-440 con la zona de Chiclana de la Frontera, San Fernando y Cádiz. Este trazado supondría una mejora de dicho tramo de la actual carretera C-346. Parte del p.k. 30 de la C-440 y, dirigiéndose al Suroeste, salva la meseta en donde se asienta la localidad de Medina-Sidonia, y se une con el corredor ocupado por la actual C-346, en su p.k. 17, hasta su salida del Tramo por el extremo oeste, en dirección a Chiclana de la Frontera.

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

5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS

5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

En el presente Estudio Previo de Terrenos no se incluye un análisis detallado de los yacimientos de materiales existentes en el tramo, ya que dicho trabajo desborda el alcance de los Estudios Previos.

Sin embargo, se ha considerado conveniente presentar la información sobre los yacimientos existentes en el área del Estudio, recogida durante la ejecución del mismo. La información que a continuación se expone está referida solamente a los yacimientos de materiales utilizables en obras de carreteras (rocosos, graveras y materiales de préstamos para terraplenes y pedraplenes).

5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS

En el Tramo estudiado los materiales rocosos susceptibles de ser explotados para la obtención de áridos para carreteras corresponden sobre todo a las rocas ofíticas y dolomíticas del Triásico (grupos 213c y 213b, respectivamente), y en menor medida, las calizas blancas jurásicas (221), las calizas eocenas (312a) y las calizas lacustres pliocenas (322c). Además han sido explotadas las margas y margocalizas cretácicas (232), para la fabricación de cementos.

Las ofitas (213c) aparecen distribuidas en varios puntos del sector central del Tramo, en donde existen diversas canteras que han extraído parte de estos materiales, que son muy interesantes para su empleo en la capa de rodadura (Figuras 5.1 a 5.3). En la actualidad sólo una de estas canteras se encuentra en funcionamiento (YR-22) y está explotando también las dolomías del grupo (213b). Las Figuras 5.4, 5.5 y 5.6 corresponden a esta cantera.

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



Figura 5.1. Cantera abierta en las ofitas del grupo (213c) y actualmente sin actividad (YR-25). Proximidades de la localidad de Alcalá de los Gazules (Hoja 1070-4).



Figura 5.2. Cantera abierta en las ofitas del grupo (213c) y actualmente sin actividad (YR-21). Proximidades de la localidad de Alcalá de los Gazules (Hoja 1070-4).

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



Figura 5.3. Cantera abierta en las ofitas del grupo (213c) y actualmente sin actividad (YR-24). Proximidades de la localidad de Alcalá de los Gazules (Hoja 1070-4).



Figura 5.4. Cantera abierta en las ofitas y dolomías de los grupos (213c) y (213b), actualmente en explotación (YR-22). Proximidades del p.k. 45 de la carretera C-440 (Hoja 1070-4).

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



Figura 5.5. Visión general de la planta de clasificación de áridos de la cantera correspondiente al YR-22. Pueden observarse los áridos de ofita (oscuros) y de dolomía (claros). Proximidades al p.k. 45 de la carretera C-440 (Hoja 1070-4).

Las ofitas, aunque se trata de rocas muy interesantes, tienen escasa extensión, ya que aparecen en forma de enclaves intruidos entre las arcillas margo-salinas del Triás. Por este motivo es importante estudiar con detalle los yacimientos correspondientes a estas rocas, para establecer los volúmenes que puedan ser aprovechados en obras sucesivas.

Las dolomías del grupo (213b) son también interesantes ya que constituyen unos áridos de machaqueo, generalmente de buena calidad. Sin embargo, estas rocas aparecen con extensiones muy limitadas, ya que se trata de bancos, más o menos potentes, interestratificados en la serie de arcillas yesíferas triásicas (213a). Por este motivo, y por el hecho de encontrarse muy tectonizadas, pueden aparecer intercalaciones y bolsones de materiales desechables (estériles), que reduzcan la calidad del yacimiento. Las Figuras 5.6 y 5.7 corresponden a dos canteras abandonadas de estas rocas dolomíticas triásicas.

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



Figura 5.6. Cantera abandonada de dolomías del grupo (213b). Cantera de Las Pilas (YR-18) (Hoja 1069-1).



Figura 5.7. Cantera abandonada de dolomías del grupo (213b) (YR-25). Pueden observarse intercalaciones margosas no aprovechables. Proximidades del p.k. 7 de la carretera Alcalá de los Gazules-Paterna de Ribera. (Hoja 1070-4).

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

Otro material que está aportando un cierto volumen de áridos en la zona son las calizas blancas del Jurásico (grupo 221). Se trata de dos pequeños afloramientos aislados, cuyas rocas están siendo explotadas en la *Cantera Las Pilas*. Son calizas y calizas dolomíticas de color blanco, micríticas y microcristalinas que se fracturan formando varias caras y aristas agudas. La Figura 5.8 corresponde a una visión general de los actuales frentes de explotación de la mencionada cantera.

Otras rocas que pueden ser utilizadas como materiales canterables son las calizas lacustres del grupo (322c), aunque su escasa extensión y espesor las hace solamente interesantes para necesidades locales. En la actualidad están siendo explotadas en algún punto (YR-7) para su empleo en la fabricación de cemento (Figura 5.9).

5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

El Tramo Jerez de la Frontera-Los Barrios no presenta buenos yacimientos granulares, debido a que son escasas las gravas en las formaciones aluviales y de terraza (grupo A), al ser las arenas el componente mayoritario. Además todos los depósitos fluviales de la región se encuentran recubiertos por un horizonte de limos, procedentes de los sucesivos episodios de inundación de las crecidas. No obstante, aparecen algunas áreas en las que los depósitos gruesos son más abundantes y pueden ser considerados útiles para ser explotados. Estos yacimientos están compuestos por gravas y arenas, y son más abundantes en los sectores occidental y central del Tramo, bañados por los ríos Guadalete y Barbate. Lo mismo que en el resto de las llanuras aluviales, las zonas consideradas útiles para establecer yacimientos granulares cuentan normalmente con un recubrimiento limoso que será necesario retirar, para la extracción de los elementos más gruesos.

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



Figura 5.8. Vista general de los actuales frentes de explotación de la Cantera Las Pilas (YR-19), próxima a la localidad de Medina-Sidonia (Hoja 1070-4), en la que se están extrayendo las calizas blancas jurásicas del grupo (221).



Figura 5.9. Cantera de calizas lacustres del grupo (322c) (YR-7), de actividad intermitente, situada en las proximidades el p.k. 9,5 de la carretera C-440 (Hoja 1062-1).

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

5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

En este apartado, además de los depósitos aluviales mencionados anteriormente (grupo A) hay que añadir las formaciones de glacia (G1) y (G2), coluviales (C2), y abanicos aluviales (D), y los grupos (322a) (Figura 5.10) y (321e) (Figuras 5.11 y 5.12). Todas estas formaciones, por su composición y litología, son válidas para utilizarlas en la construcción de terraplenes. La mayor parte de estos materiales pueden ser clasificados como suelos adecuados, según datos aportados por ensayos realizados en estudios anteriores, si bien en algún caso se clasifican como tolerables y seleccionados. Las Tablas adjuntas muestran los parámetros de algunos de estos materiales que determinan su categoría.



Figura 5.10. Explotación de arenas del grupo (322a) (YP-36), en las proximidades del Barrio de la Estación de San Roque (Hoja 1075-3).

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



Figura 5.11. Cantera de calcarenitas y biocalcarenes del grupo (321e) (YP-29), en las proximidades de la localidad de Benalup de Sidonia (Hoja 1070-3).

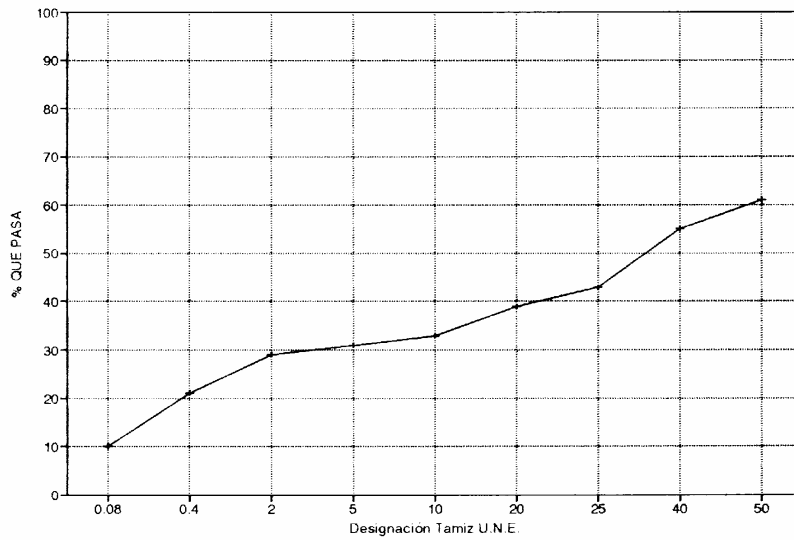


Figura 5.12. Cantera de calcarenitas y biocalcarenes del grupo (321e) (YP-41), en las proximidades de la localidad de San Roque (Hoja 1075-3).

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

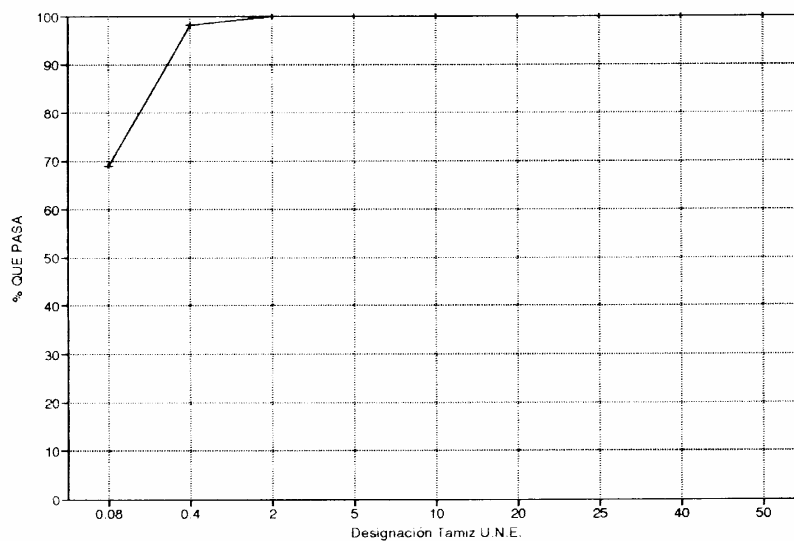
DEPOSITOS ALUVIALES (A)			
LIMITES DE ATTERBERG		PROCTOR NORMAL	
LIMITE LIQUIDO:	24.1	Densidad máxima:	1.94 t/m ³
LIMITE PLASTICO:	15.1	Humedad óptima:	9.2 %
INDICE DE PLASTICIDAD:	9	INDICE CBR:	8.7 (100% PROCTOR)
SUELO ADECUADO		Hinchamiento: 0.4 %	

DEPOSITOS ALUVIALES (A)
ANALISIS GRANULOMÉTRICO



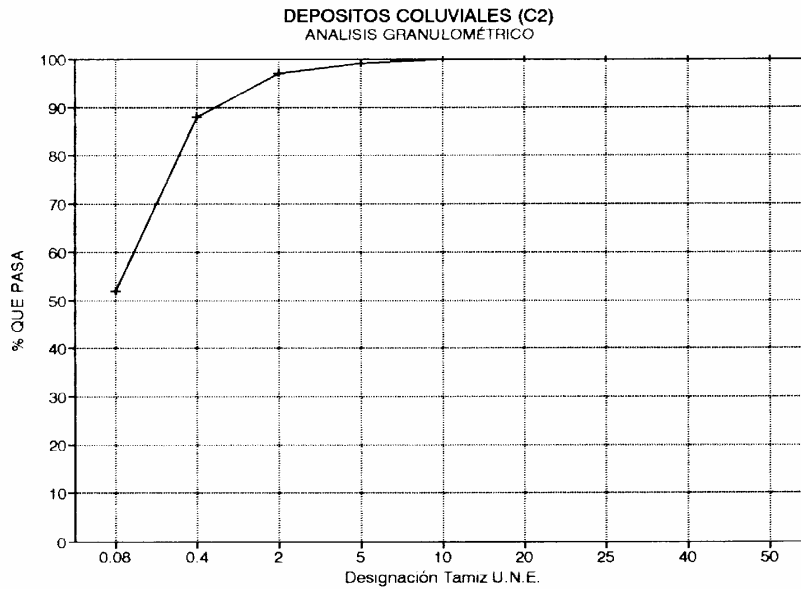
DEPOSITOS ALUVIALES (A)			
LIMITES DE ATTERBERG		PROCTOR NORMAL	
LIMITE LIQUIDO:	31.3	Densidad máxima:	1.70 t/m ³
LIMITE PLASTICO:	15.6	Humedad óptima:	15.1 %
INDICE DE PLASTICIDAD:	15.7	INDICE CBR:	----- (100% PROCTOR)
SUELO TOLERABLE		Hinchamiento: --- %	

DEPOSITOS ALUVIALES (A)
ANALISIS GRANULOMÉTRICO

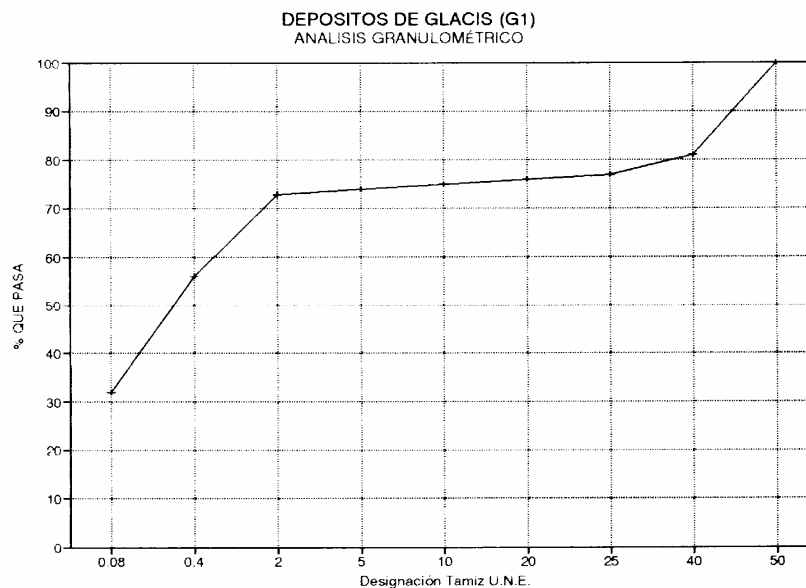


NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación

DEPOSITOS COLUVIALES (C2)			
LIMITES DE ATTERBERG		PROCTOR NORMAL	
LIMITE LIQUIDO:	24.7	Densidad máxima:	1.83 t/m3
LIMITE PLASTICO:	13.9	Humedad óptima:	11.2 %
INDICE DE PLASTICIDAD:	10.8	INDICE CBR: 5.4 (100% PROCTOR)	
SUELO TOLERABLE		Hinchamiento: 0.9 %	

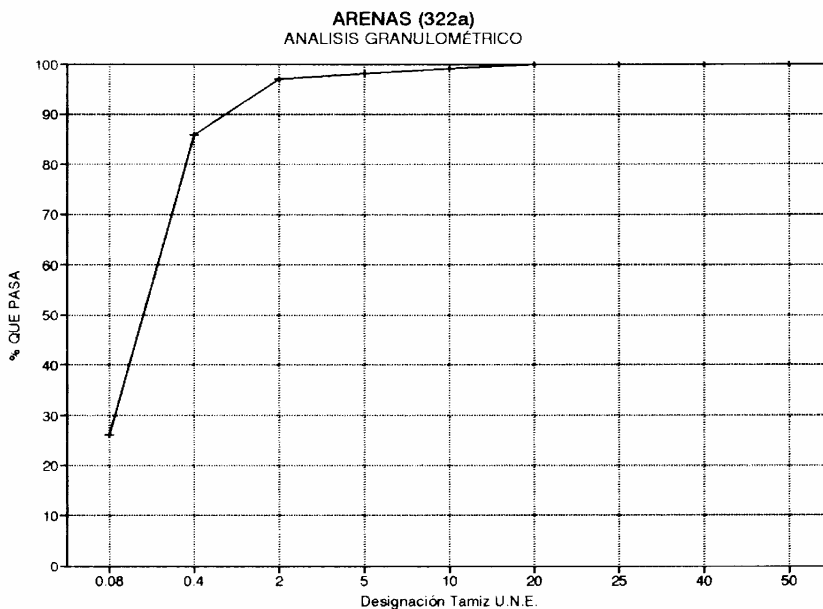


DEPOSITOS DE GLACIS (G1)			
LIMITES DE ATTERBERG		PROCTOR NORMAL	
LIMITE LIQUIDO:	33.5	Densidad máxima:	1.83 t/m3
LIMITE PLASTICO:	18.8	Humedad óptima:	14.6 %
INDICE DE PLASTICIDAD:	14.7	INDICE CBR: 7.8 (100% PROCTOR)	
SUELO ADECUADO		Hinchamiento: 0.3 %	

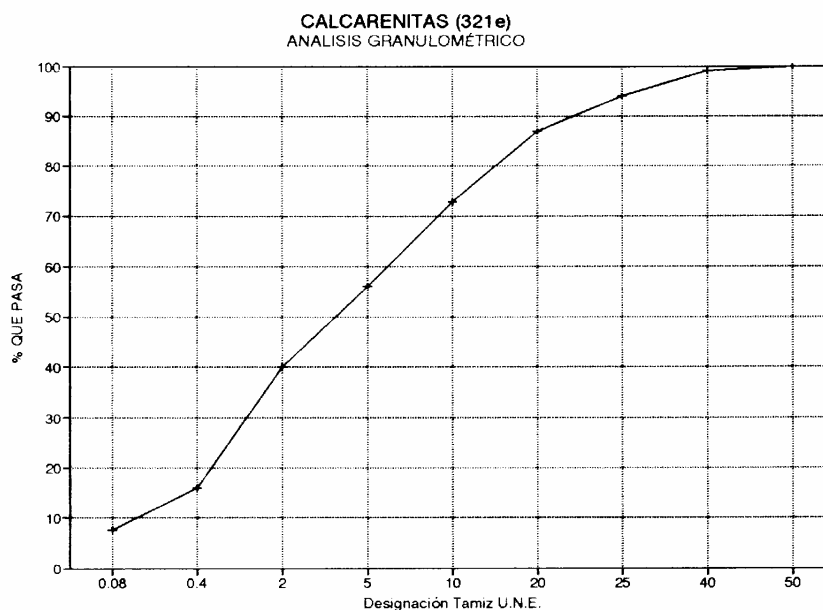


NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación

ARENAS (322a)			
LIMITES DE ATTERBERG		PROCTOR NORMAL	
LIMITE LIQUIDO:	N.P.	Densidad máxima:	1.88 t/m ³
LIMITE PLASTICO:	N.P.	Humedad óptima:	14.9 %
INDICE DE PLASTICIDAD:	0	INDICE CBR:	8.7 (100% PROCTOR)
SUELO ADECUADO		Hinchamiento: 0 %	



CALCARENITAS (321e)			
LIMITES DE ATTERBERG		PROCTOR MODIFICADO	
LIMITE LIQUIDO:	N.P.	Densidad máxima:	2.23 t/m ³
LIMITE PLASTICO:	N.P.	Humedad óptima:	8.0 %
INDICE DE PLASTICIDAD:	0	INDICE CBR:	65.9 (100% PROCTOR)
SUELO SELECCIONADO		Hinchamiento: 0 %	



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

Para la ejecución de pedraplenes en el Tramo estudiado pueden utilizarse como materiales adecuados, aquellos productos pétreos procedentes de la excavación de calizas y dolomías, ofitas, areniscas, conglomerados y brechas. Requerirán un estudio especial las argilitas, las moronitas, las margocalizas y las margas. Se consideran rocas inadecuadas las calcarenitas, el yeso, las margas yesíferas y , en definitiva, "todas aquellas rocas que se desintegren espontáneamente al estar expuestas a la interperie o que, al ser compactadas, sufran una trituración importante o adquieran una consistencia terrosa" (PG-3. Capítulo 331 PEDRAPLENES. Apartado 331.4.2. Calidad de la Roca. pág. 207).

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 un estudio detallado de las áreas y yacimientos indicados en la Figura 5.13, y cuyas características se resumen en los cuadros adjuntos.

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

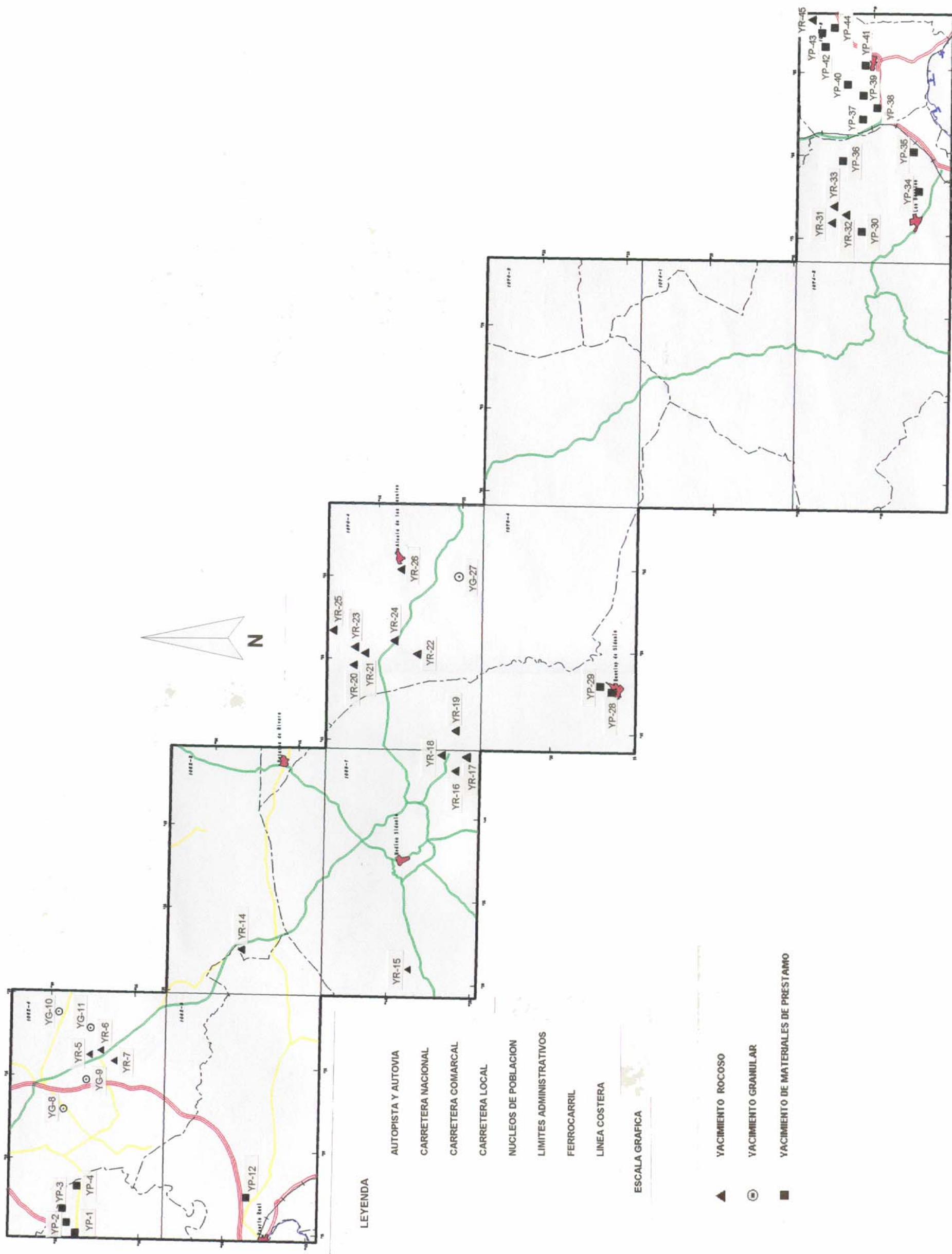


FIGURA 5.13. ESQUEMA DE SITUACIÓN DE YACIMIENTOS ROCOSOS, GRANULARES Y DE MATERIALES DE PRÉSTAMO

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

YACIMIENTO	LOCALIZACIÓN	GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS
YR-5	Hoja 1062-4 U.T.M.: 624575	232	Calizas margosas	Carretera C-440, p.k. 8,350. (Cementos Alba)
YR-6	Hoja 1062-4 U.T.M.: 626571	232	Calizas margosas	Carretera C-440, p.k. 8,350. (Cementos Alba)
YR-7	Hoja 1062-4 U.T.M.: 623562	322c	Calizas lacustres	Carretera vecinal de C-440 a El Portal, p.k. 7,350. (Cementos Alba)
YR-14	Hoja 1062-2 U.T.M.: 328477	213b	Dolomías	Carretera C-440, p.k. 22.
YR-15	Hoja 1069-1 U.T.M.: 686384	213b	Dolomías	Carretera C-346, p.k. 14.

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

YACIMIENTO	LOCALIZACIÓN	GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS
YR-16	Hoja 1069-1 U.T.M.: 434355	221	Calizas y calizas dolomíticas	Carretera C-346, p.k. 25,5 y camino de acceso a Canteras Las Pílas.
YR-17	Hoja 1069-1 U.T.M.: 440352	213b	Dolomías	Carretera C-346, p.k. 255 y camino de acceso a Canteras Las Pílas.
YR-18	Hoja 1069-1 U.T.M.: 441359	213b	Dolomías	Carretera C-346, p.k. 25,5 y camino de acceso a Cantera Las Pílas.
YR-19	Hoja 1070-4 U.T.M.: 462367	221	Calizas y calizas dolomíticas	Carretera C-346, p.k. 25,5 y camino de acceso a Cantera Las Pílas.
YR-20	Hoja 1070-4 U.T.M.: 498412	213c	Ofitas	Camino vecinal C-440 (antigua)-carretera local a Paterna de Ribera (Cortijo de las Medias).

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

YACIMIENTO	LOCALIZACIÓN	GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS
YR-21	Hoja 1070-4 U.T.M.: 501407	213c	Ofitas	Carretera C-440, p.k. 44,5 (tramo antiguo). Cerro la Higuera.
YR-22	Hoja 1070-4 U.T.M.: 494381	213c y 213b	Ofitas y dolomías	Carretera C-440, p.k. 45,250 y camino de acceso a la cantera.
YR-23	Hoja 1070-4 U.T.M.: 504410	213c	Ofitas	Camino vecinal entre C-440 (antigua) y carretera local Paterna de Ribera-Alcalá.
YR-24	Hoja 1070-4 U.T.M.: 505400	213c	Ofitas	Carretera C-440, p.k. 45,5 (tramo antiguo).
YR-25	Hoja 1070-4 U.T.M.: 513428	213b	Dolomías	Carretera local Alcalá de los Gazules-Paterna de Ribera, p.k. 7,2 y camino de acceso a cantera .

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

YACIMIENTO	LOCALIZACIÓN	GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS
YR-26	Hoja 1070-4 U.T.M.: 555391	213c	Ofitas	Camino vecinal de unión entre la carretera C-440 (p.k. 48,8) y la carretera local a Paterna.
YR-31	Hoja 1075-3 U.T.M.: 767123	312 ^a	Calizas	Camino vecinal de acceso a las canteras de Polinario.
YR-32	Hoja 1075-3 U.T.M.: 770114	312a	Calizas	Camino vecinal de acceso a las canteras de Polinario.
YR-33	Hoja 1075-3 U.T.M.: 774119	312a	Calizas	Camino vecinal de acceso a las canteras de Polinario.
YR-45	Hoja 1075-3 U.T.M.: 885133	312a	Calizas	Camino vecinal de acceso al Cortijo La Doc-tora.

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES

YACIMIENTO	LOCALIZACIÓN	GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS
YG-8	Hoja 1062-4 U.T.M.: 586586	A	Arenas y gravas	Carretera vecinal de unión entre la carretera C-440 y el Portal. Yacimiento sin explotación.
YG-9	Hoja 1062-4 U.T.M.: 614581	A	Arenas y gravas	Carretera C-440, p.k. 7,1 y camino de acceso a la gravera.
YG-10	Hoja 1062-4 U.T.M.: 651598	A	Arenas y gravas	Carretera local C-440-Arcos de la Frontera (p.k. 4-5). Yacimiento sin explotación).
YG-11	Hoja 1062-4 U.T.M.: 645574	A	Arenas y gravas	Carretera vecinal a Laguna de Medina y camino de acceso a las graveras situadas al Norte.
YG-13	Hoja 1062-3 U.T.M.: 635437	A	Arenas y gravas	Carretera local Puerto Real-San Fernando (p.k. 1,3). Camino a llanura aluvial. Sin explotación.
YR-27	Hoja 1070-4 U.T.M.: 546348	A	Arenas y gravas	Carretera local a Benalup de Sidonia, p.k. 3,4. Llanura aluvial río Barbate. Sin explotación.

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS DE MATERIALES DE PRESTAMO

YACIMIENTO	LOCALIZACIÓN	GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS
YP-1	Hoja 1062-4 U.T.M.: 519578	321e	Calcarenitas	Carretera local El Portal-Puerto de Santa María, p.k. 1,1 y camino de acceso a las canteras.
YP-2	Hoja 1062-4 U.T.M.: 521583	321e	Calcarenitas	Carretera local El Portal-Puerto de Santa María, p.k. 1,1 y camino de acceso a las canteras.
YP-3	Hoja 1062-4 U.T.M.: 528585	321e	Calcarenitas	Carretera local El Portal-Puerto de Santa María, p.k. 1,5 y camino de acceso a la cantera.
YP-4	Hoja 1062-4 U.T.M.: 548576	321e	Calcarenitas	Carretera local El Portal-Puerto de Santa María, p.k. 4 y camino de acceso a Cerro San Cristóbal.
YP-12	Hoja 1062-4 U.T.M.: 535469	322a	Arenas	Camino vecinal de Puerto Real a Cerro de Ceuta y camino de acceso a los areneros.

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS DE MATERIALES DE PRESTAMO

YACIMIENTO	LOCALIZACIÓN	GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS
YP-28	Hoja 1070-3 U.T.M.: 478268	321e	Calcarenitas	Benalup de Sidonia. Camino de acceso a las canteras.
YP-29	Hoja 1070-3 U.T.M.: 482273	321e	Calcarenitas	Benalup de Sidonia. Camino de acceso a las canteras.
YP-30	Hoja 1075-3 U.T.M.: 766110	322a	Arenas	Camino vecinal de acceso a las Canteras de Polinario.
YP-34	Hoja 1075-3 U.T.M.: 787068	322a	Arenas	Camino vecinal a Cortijo Blanco y camino de acceso al arenero.
YP-35	Hoja 1075-3 U.T.M.: 805081	322a	Arenas	Camino vecinal de la Barriada de Palmones y caminos de acceso al arenero.

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS DE MATERIALES DE PRESTAMO

YACIMIENTO	LOCALIZACIÓN	GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS
YP-36	Hoja 1075-3 U.T.M.: 801120	322a	Arenas	Camino vecinal al Cortijo Grande de Guadarranque y camino al arenero.
YP-37	Hoja 1075-3 U.T.M.: 823102	322a	Arenas	Barrio de la Estación de San Roque y camino de acceso a cantera.
YP-38	Hoja 1075-3 U.T.M.: 826100	322a	Arenas	Barriada Ensenada de Miraflores y camino de acceso a los areneros.
YP-39	Hoja 1075-3 U.T.M.: 832104	322a	Arenas	Barrio de Taraguilla y camino de acceso a los areneros.
YP-40	Hoja 1075-3 U.T.M.: 835116	322a	Arenas	Camino a la Estación Depuradora San Roque-La línea y camino de acceso al arenero.

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS DE MATERIALES DE PRESTAMO

YACIMIENTO	LOCALIZACIÓN	GRUPO LITO-LÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS
YP-41	Hoja 1075-3 U.T.M.: 853109	321e	Calcarenitas	Carretera vecinal Los Barrios a Lago Albalate, p.k. 0,2.
YP-42	Hoja 1075-3 U.T.M.: 862131	321e	Calcarenitas	Carretera N-340, p.k. 121,050 y camino de acceso a la cantera.
YP-43	Hoja 1075-3 U.T.M.: 876126	321e	Calcarenitas	Carretera N-340, p.k. 121,5 y camino de acceso a las canteras.
YP-44	Hoja 1075-3 U.T.M.: 876126	321e	Calcarenitas	Carretera N-340, p.k. 121,5 y camino de acceso a las canteras.

6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

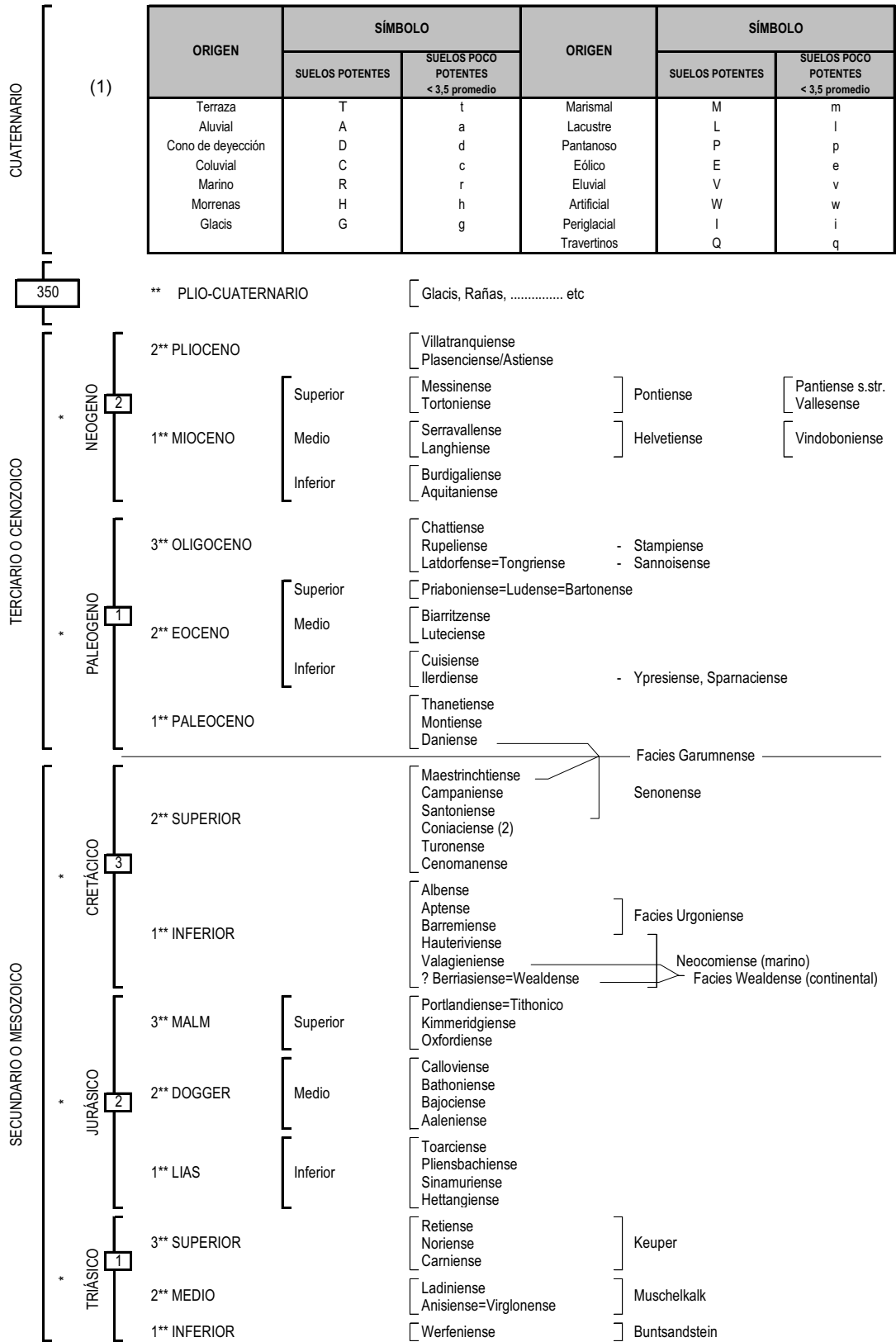
- CHAUVE, P., (1962).- "La Unidad de Paterna en el Norte de las Provincia de Cádiz". Not. y Com. I.G.M.E., núm. 67, pp. 103-108.
- CHAUVE, P.; DIDON, J.; MAGNE, J., Y PEYRE, Y., (1967).- "Aclaraciones sobre la edad de los fenómenos tectónicos mayores de las Cordilleras Béticas Occidentales". Not. y Com. I.G.M.E., núm. 93, pp. 97-103.
- COLOM, G., Y GAMUNDI, J., (1951).- "Sobre la extensión e importancia de las moronitas a lo largo de las formaciones aquitano-burdigalienses del Estrecho Nord-Bético". Est. Geol., VII, núm 14, pp. 331-335.
- I.G.M.E., (1987).- "Manual de Taludes". Serie Geotecnia.
- I.G.M.E., (1987).- "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, 2ª Serie. Hoja nº 1062: Paterna de Rivera".
- I.G.M.E., (1991).- "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, 2ª Serie. Hoja nº 1069: Chiclana de la Frontera".
- I.G.M.E., (1990).- "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, 2ª Serie. Hoja nº 1070: Alcalá de los Gazules".
- I.G.M.E., (1990).- "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, 2ª Serie. Hoja nº 1074: Tahivilla".
- I.T.G.E., (1994).- "Mapa Geológico de España a escala 1:200.000, Hoja nº 87: Algeciras".
- I.T.G.E., (1989).- "Estabilidad de laderas y taludes en el valle del Guadalquivir".
- MORENO, F.; GARCIA DE DOMINGO, A.; GONZALEZ LASTRA, J.; HERNAINZ HUERTA, P.P., Y RUIZ, P., (1988).- "Modelo de evolución tectónica del arco de Gibraltar". Bol. Geol. Min., T. XCIC-III, pp. 315-339.
- M.O.P.U., (1981).- "Desmontes. Estado actual de la técnica". Dirección General de Carreteras.
- M.O.P.U., (1989).- "Terraplenes y pedraplenes". Area de Tecnología, de la Dirección General de Carreteras.
- M.O.P.T., (1991).- "Guía para la elaboración de Estudios del Medio Físico: Contenido y Metodología".

- PENDON, J.G., (1974).- "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., Y VERA J.A., (1975).- "Turbiditas del Campo de Gibraltar. Facies y asociaciones de facies." Cuadernos Geol. 6, pp. 143-164.
- SECEGSA, (1981).- "Estudio monográfico sobre la geología del Estrecho de Gibraltar." 261 p. 72 fig. Madrid.
- SAN DE GALDEANO, C., (1983).- "Los accidentes y fracturas principales de las Cordilleras Béticas". Est. Geol., 39, pp.157-165.

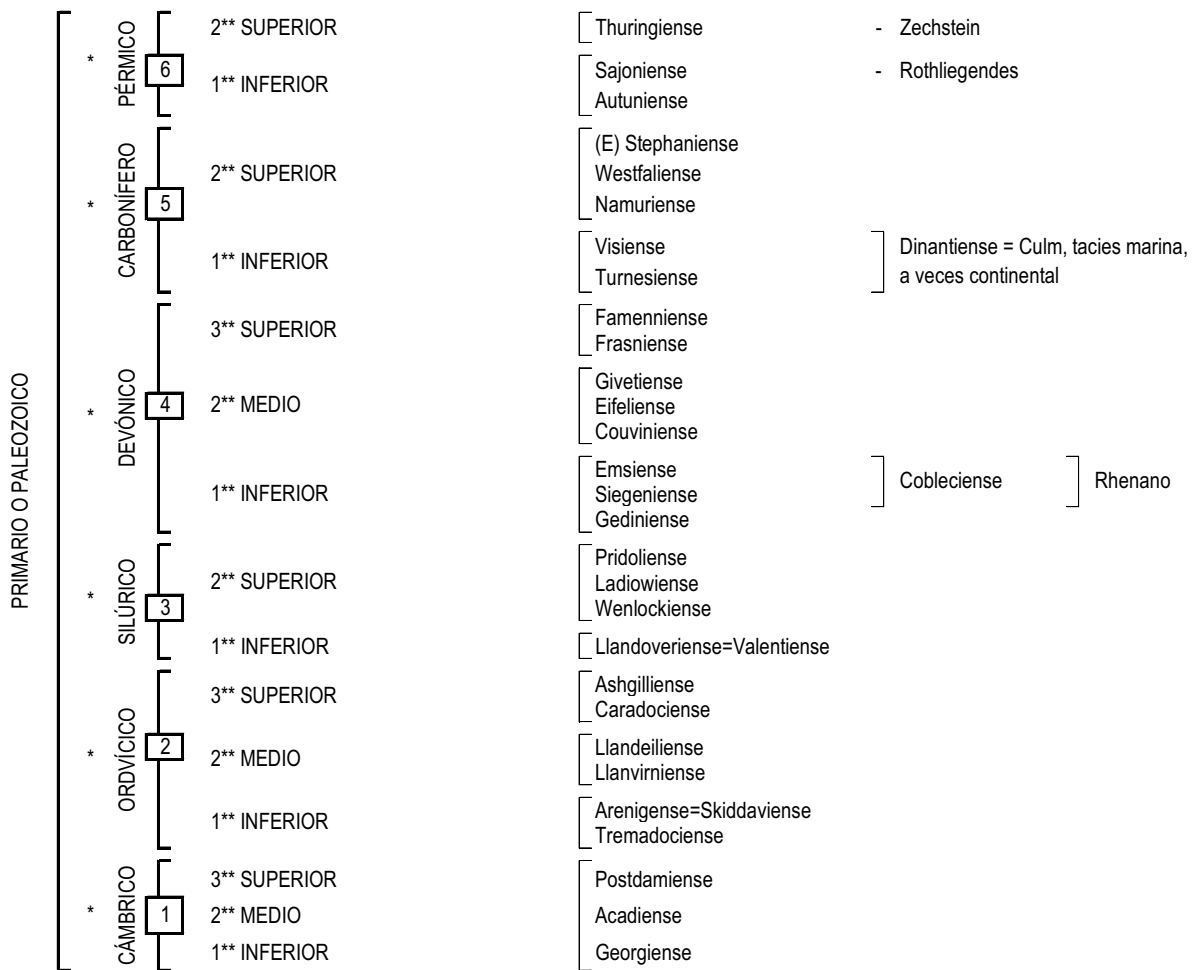
7. ANEJOS

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

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.). 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 ($2-3 \text{ kg/cm}^2$) produce asientos 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 asientos inadmisibles para las obras de fábrica con cimentación superficial. La ejecución de firmes en este tipo de materiales requerirá fuertes espesores estructurales, colocación de explanadas mejoradas, retirada de los suelos plásticos si son poco potentes o cimentación de las obras de fábrica en la formación subyacente.

Estabilidad de taludes

La evaluación de la estabilidad de taludes se ha apoyado, exclusivamente, en las medidas y observaciones de campo realizadas sobre los taludes naturales y desmontes existentes en el Tramo. Esto confiere a los ángulos de estabilidad de los taludes, asignados a los distintos materiales del Tramo, un carácter puramente estimativo y expresa sólo el orden de magnitud de los taludes existentes en la zona y su comportamiento geotécnico. En cuanto a las alturas de los taludes, se ha seguido el criterio o clasificación que a continuación se indica:

- B: Bajos (0 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

MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL

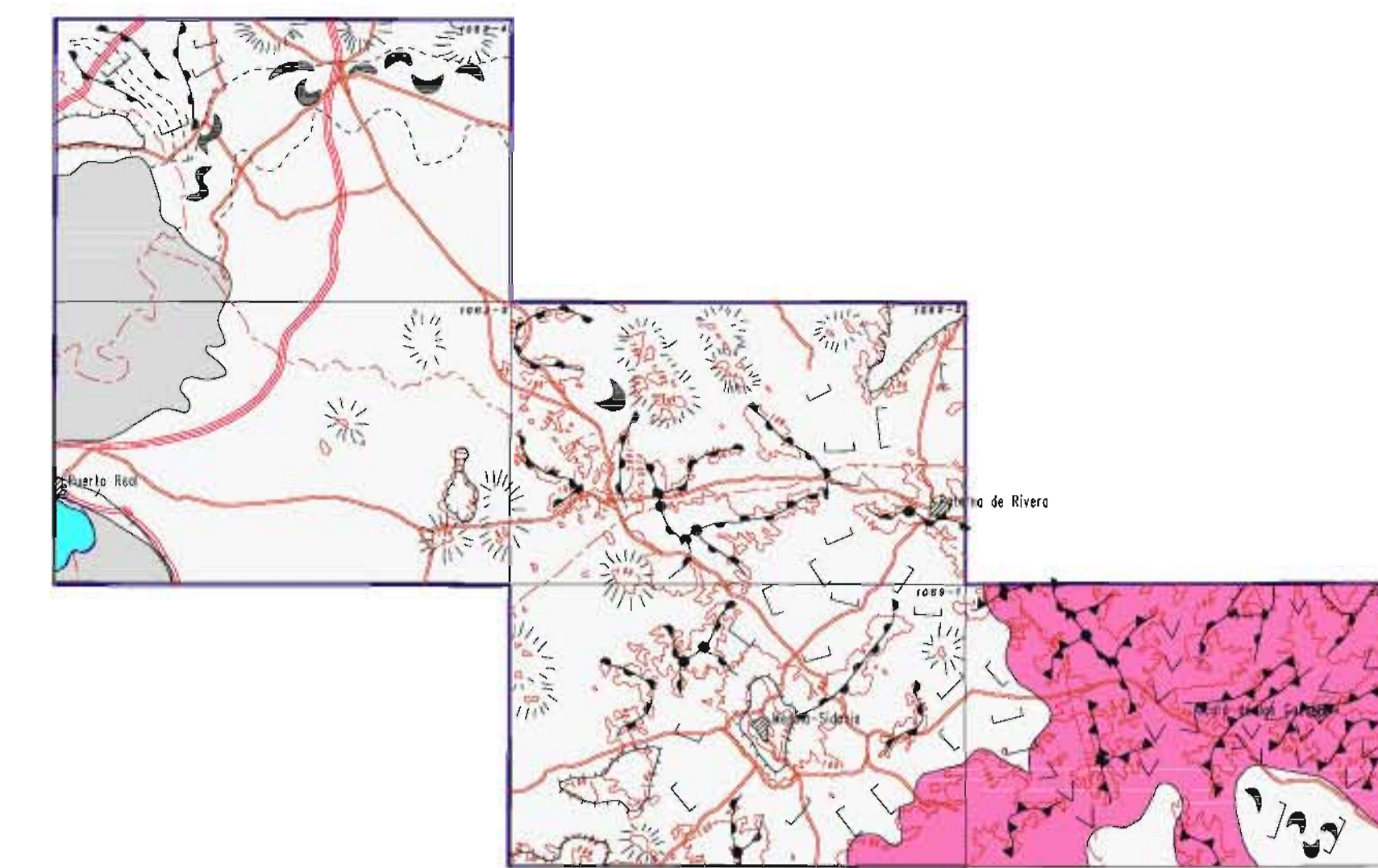
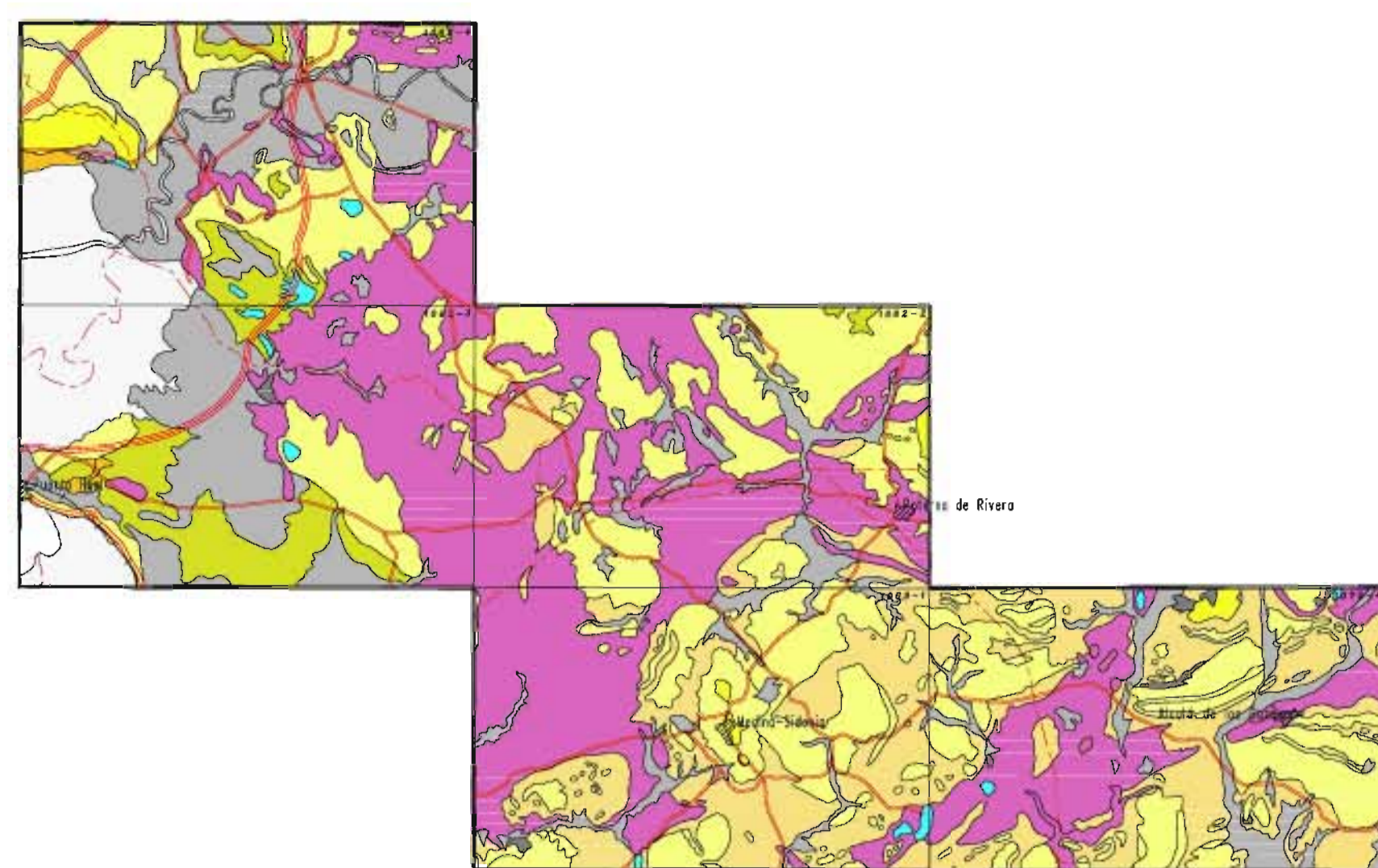
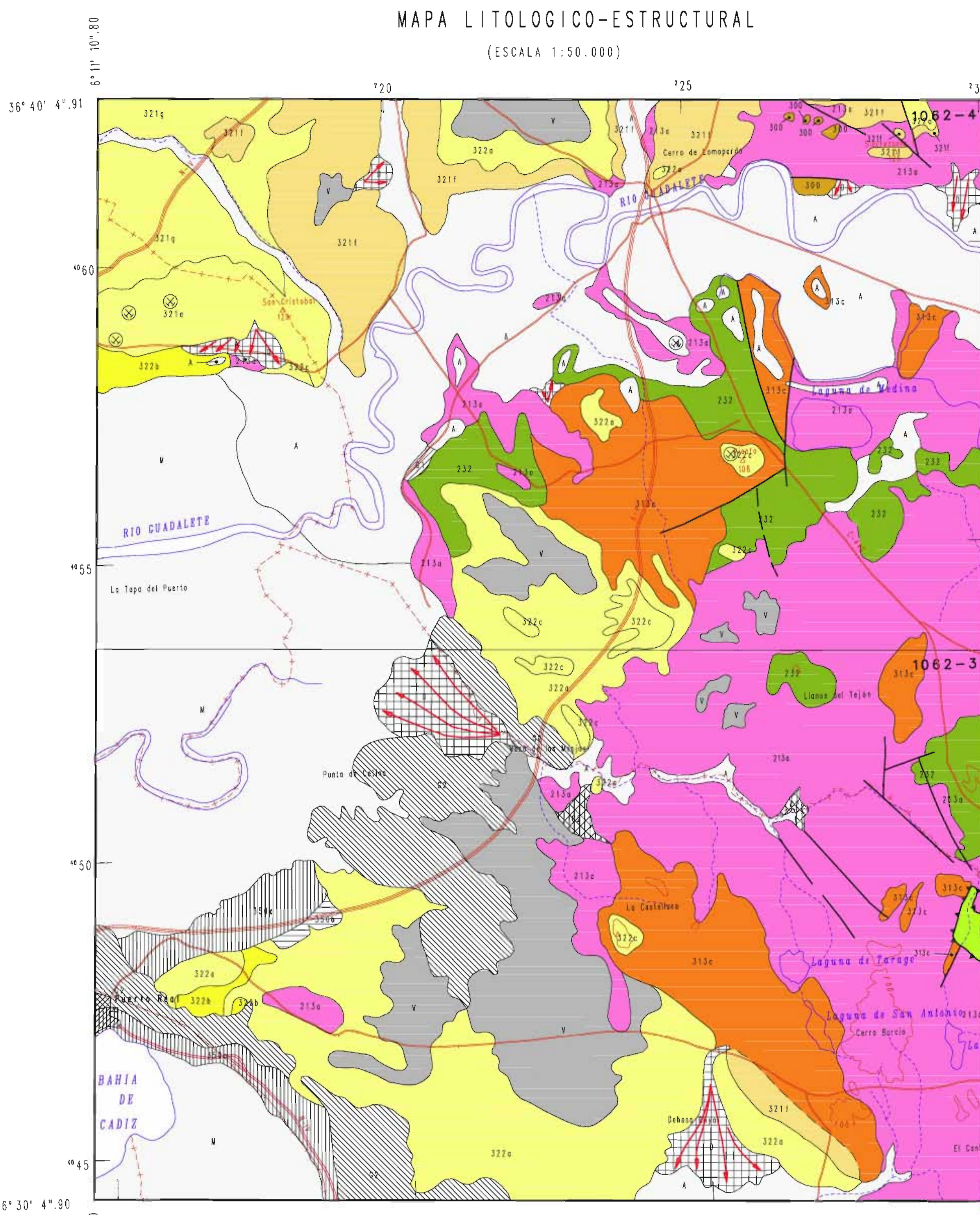
(ESCALA 1:50.000)

ESQUEMA GEOTECNICO

(ESCALA 1:200.000)

ESQUEMA GEOMORFOLOGICO

(ESCALA 1:200.000)

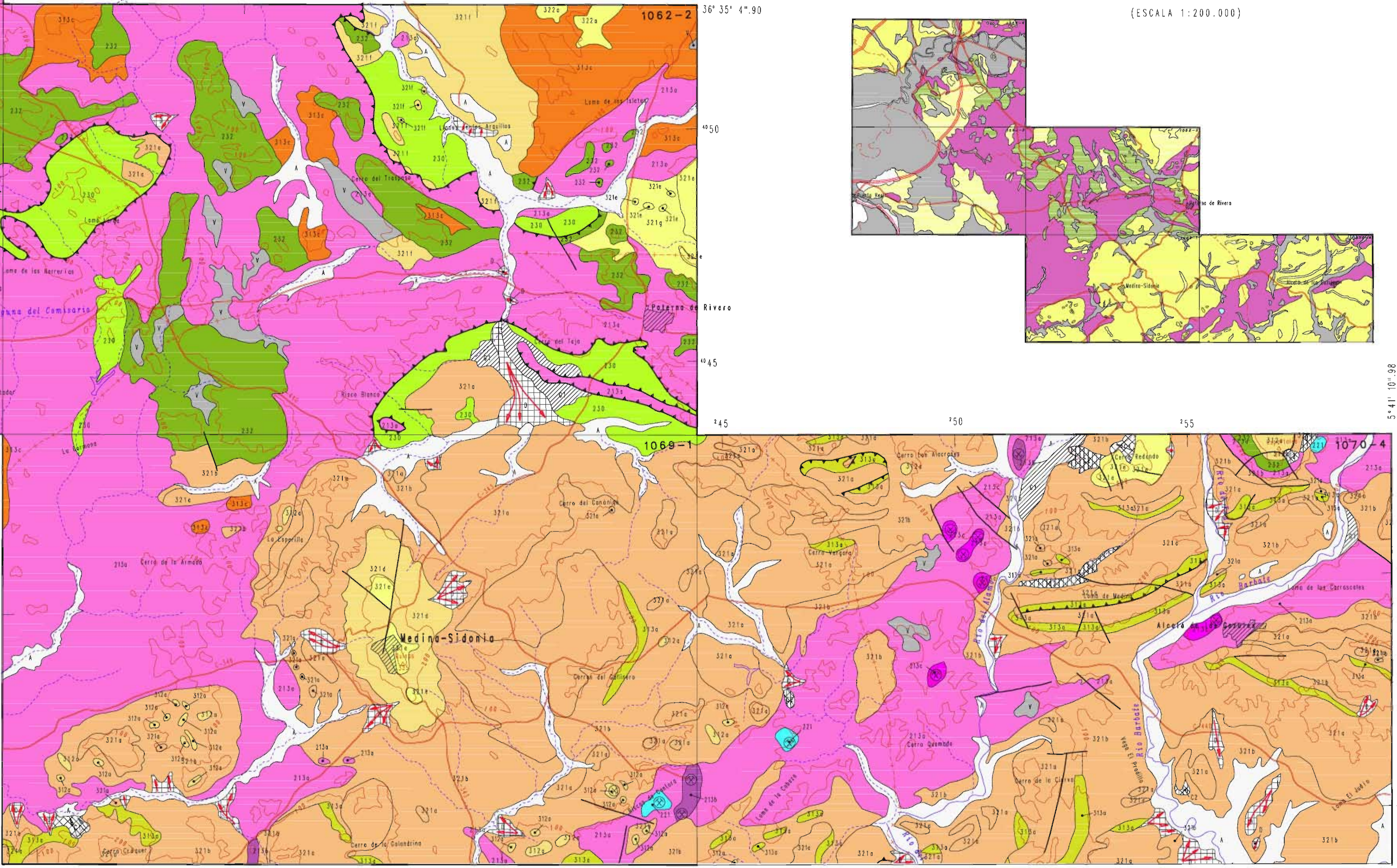


- LEYENDA
Area constituida fundamentalmente por materiales piroclasticos y relictos litologicos.
Area constituida por materiales piroclasticos con intercalaciones de arenas y calizas.

- LEYENDA
Area de relieve llano y suabado
Area de relieve de serrania
Area de marisma
Area maritima
Línea de inundacion estacional

ESQUEMA GEOLOGICO

(ESCALA 1:200.000)

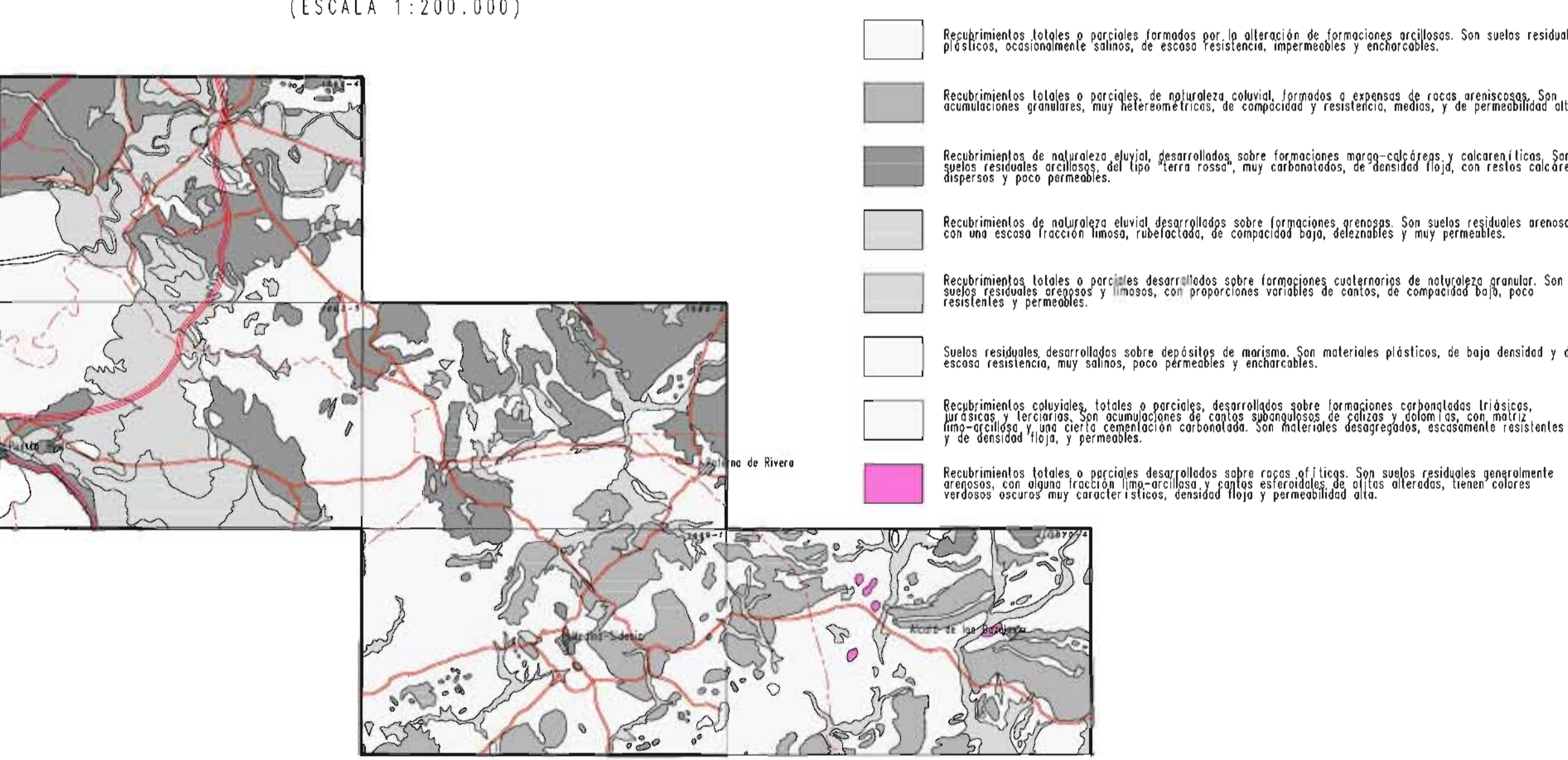


- LEYENDA
Q: CUATERNARIO
PO: PLEISTOCENO
P: PLEISTOCENO
N: NEÓGENO
O: OLILOCENO
E: EOCENO
C: CRETACICO
J: JURASICO
T: TRIASICO

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

(ESCALA 1:200.000)

LEYENDA



FORMACIONES SUPERFICIALES

- Depositos aluviales de gran tamaño...
Depositos de arena, arcilla y limo...
Depositos de arcilla...
Depositos de limo...
Depositos de arena, arcilla y limo...

FORMACIONES TERCARIAS

- Aluviales...
Carcas...
Llanuras...

FORMACIONES PLIO-QUATERNARIAS

- Áreas...
Formaciones...

LEYENDA

- Formación Jurásica
Formaciones Triásicas
Formaciones Cretácicas
Formación Jurásica
Formaciones Triásicas
Formaciones Cretácicas



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