



estudio
previo
de
terrenos



Autopista del Mediterráneo

TRAMO : COIN - JIMENA DE LA FRONTERA

MOP DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
SERVICIO DE TECNOLOGÍA DE CARRETERAS
SECCIÓN DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

77-01

**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.

FE DE ERRATAS

Página	Párrafo	Línea	Se lee	Debe leerse
3	1	12	Terreno	Terrenos
9	—	Fig. 2—3	1718	1918
15	7	26	entre	ante
20	—	3	GENERAL	GENAL
21	6	35	el	al
26	4	34	subtrato	substrato
26	8	46	Este	este
37	3	16	Jurásica	jurásicas
37	3	18	Muschelkark	Muschelkalk
37	4	24	adyacente	adyacente
37	6	27	Muschelkarlk	Muschelkalk
39	—	Fig. 3—6	Jimena	Jimera
40	3	6	Sola	Solo
69	2	7	escavados	excavados
69	5	33	Alpujárrude	Alpujárride
71	—	Fig. 3—9	Diagrama Esquemático	Diagrama Esquemáticos
78	1	1	PUDINGUAS	PUDINGAS
79	—	Foto 57	cortes de la Frontera	Cortes de la Frontera
83	1	1	constituida	constituido
84	10	27	artificiales, verticales obser- vados	artificiales verticales obser- vados.
87	2	7	dande	donde
89	5	15	constituitda	constituida
101	1	4	la cual	lo cual
102	12	44	con	son
111	1	2	france	France

M.O.P.U.
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS
SERVICIO DE TECNOLOGIA DE CARRETERAS
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS

AUTOPISTA DEL MEDITERRANEO

TRAMO: COIN – JIMENA DE LA FRONTERA

Estudio 77 / 1

Fecha de ejecución: Abril 1977

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. CARACTERES GENERALES DE TRAMO	5
2.1. CLIMATOLOGIA	5
2.2. TOPOGRAFIA	5
2.3. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	5
2.4. ESTRATIGRAFIA	13
2.5. GRUPOS GEOTECNICOS	15
2.6. SISMICIDAD	16
3. ESTUDIO DE ZONAS	19
3.0. ZONAS DE ESTUDIO	19
3.1. ZONA 1. CUENCAS DE LOS RIOS GUADIARO Y HOZGARGANTA	21
3.1.1. Geomorfología y tectónica	21
3.1.2. Columna estratigráfica	24
3.1.3. Grupos litológicos	25
3.1.4. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona	35
3.2. ZONA 2. SIERRAS DE LIBAR Y SERRANIA DE RONDA	37
3.2.1. Geomorfología y tectónica	37
3.2.2. Columna estratigráfica	41
3.2.3. Grupos litológicos	44
3.2.4. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona	67
3.3. ZONA 3. VALLE DEL RIO GENAL Y VERTIENTE NORTE DE SIERRA BERMEJA	69
3.3.1. Geomorfología y tectónica	69
3.3.2. Columna estratigráfica	72
3.3.3. Grupos litológicos	74
3.3.4. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona	87
3.4. ZONA 4. CUENCA DEL RIO GRANDE	89
3.4.1. Geomorfología y tectónica	89
3.4.2. Columna estratigráfica	92
3.4.3. Grupos litológicos	93
3.4.4. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona	99
4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO	101
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS Y GEOMORFOLOGICOS	101
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO	101
4.3. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS	102

	Pág.
5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS	105
5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO	105
5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS	105
5.3. YACIMIENTOS GRANULARES	105
5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES	108
5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE	108
5.6. CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS	109
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	111
7. APENDICE PETROGRAFICO	113

1 INTRODUCCION

El objeto de este Estudio es exponer las características litológicas, estructurales y geotécnicas, más sobresalientes, que de alguna manera pueden influir en una obra de tipo lineal como es una carretera. Todo el Estudio se dirige en este sentido, aunque sea inevitable, algunas veces, desviarse en otras direcciones, siempre con el interés de recoger una información complementaria mejor.

El Tramo Coín—Jimena de la Frontera, está situado fundamentalmente en la provincia de Málaga en un 80 por ciento y en la de Cádiz en un 20 por ciento. Comprende las siguientes hojas y cuadrantes del mapa Topográfico Nacional a escala 1/50.000.

<u>Hoja</u>	<u>Cuadrante</u>
1050	2
1051	2 y 3
1052	3
1064	1, 2 y 3
1065	4
1071	4

El estudio se ha desarrollado en las siguientes fases:

- Recopilación y análisis bibliográfico de los trabajos geológicos y geotécnicos existentes dentro o en zonas próximas al estudio.
- Estudio fotogeológico sobre fotogramas a escala 1/33.000 de todo el área del estudio.
- Comprobación del estudio fotogeológico, corrección del mismo y toma de datos en el terreno, que se reflejan sobre superponibles de fotoplanos a escala 1:25.000 y que no se adjuntan en la memoria.
- Análisis de muestras, preparaciones y ensayos de laboratorio. Aunque en esta fase se ha intentado siempre recoger las muestras más representativas de las diversas formaciones, la extensión del Tramo obliga a considerar estos datos como generales, siendo fiables sólo puntualmente.
- Reducción de los fotoplanos, escala 1:25.000, ya completados con los datos anteriores, a escala 1:50.000 y composición de un mosaico con cada una de estas unidades cuyo resultado son los mapas adjuntos, a escala 1:50.000.
- Redacción de la memoria presente y de los esquemas morfológico, geológico, geotécnico y de suelos y de formaciones de pequeño espesor a escala 1:200.000, que acompañan a los mapas anteriormente citados.
- Estas fases no se deben considerar independientes, puesto que unas con otras se solapan y complementan.

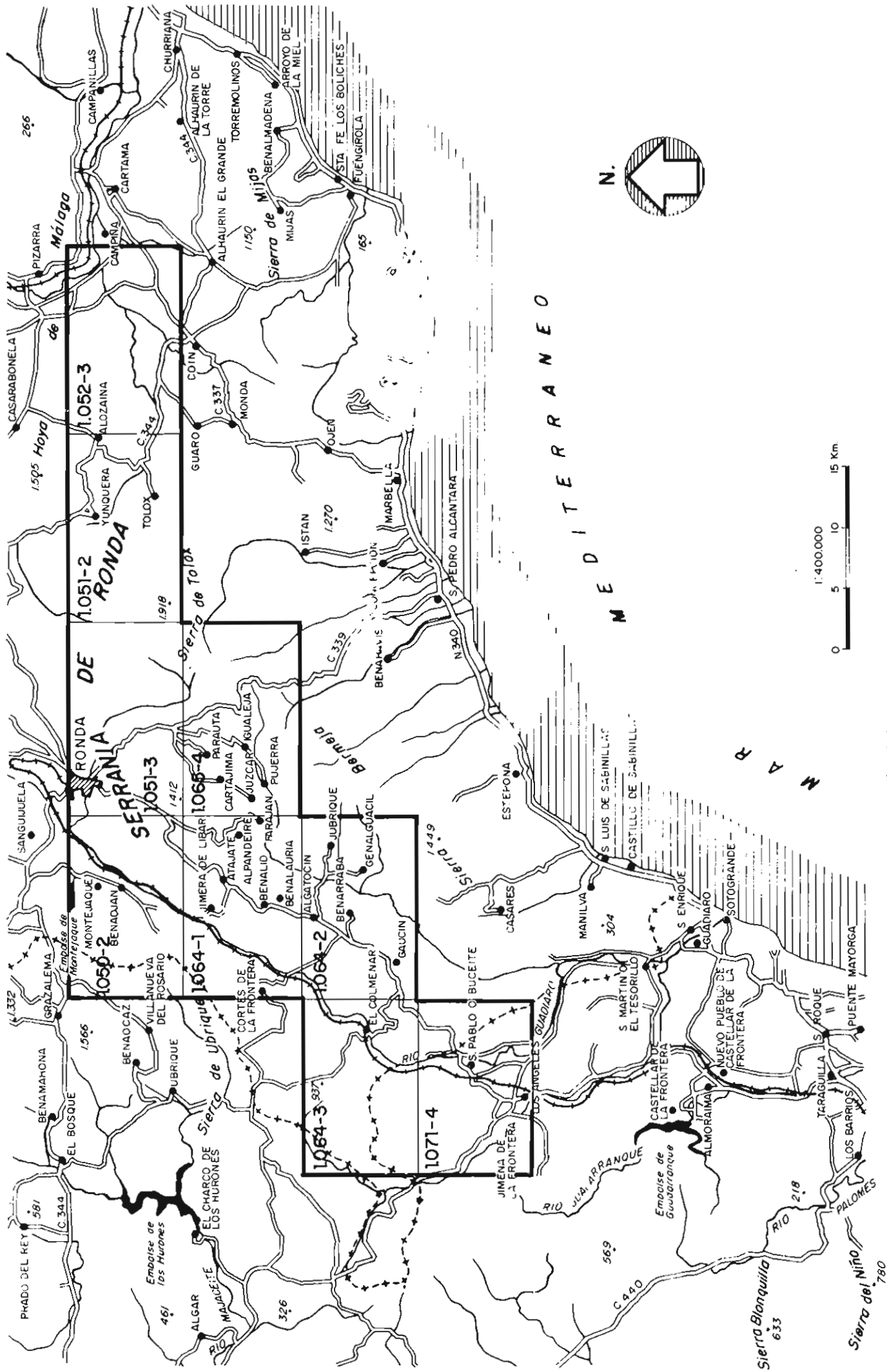


Fig. 1.1 - ESQUEMA DE SITUACION DEL TRAMO

Con respecto al alcance del estudio, éste depende directamente de dos factores: de su objeto y del tiempo en que se ha realizado. En cuanto al primero ya se expuso al principio. Se han tratado más intensamente los temas que más directamente pueden afectar al desarrollo de una obra lineal, tratándose más ligeramente aquellos temas que por su extensión, situación, etc... van a influir en menor medida. El tiempo durante el cual se ha realizado el estudio ha sido el comprendido entre los meses de Marzo y Diciembre del año 1.977, siendo repartido de la siguiente forma: El 10 por ciento de este tiempo a la recopilación y análisis de la bibliografía, el 20 por ciento al estudio de la foto aérea, otro 30 por ciento a la comprobación y toma de datos en campo, y el otro 30 por ciento a la confección de superponibles (que no se acompañan), memoria y mapas. La simbología adoptada en la cartografía es la incluida en el Pliego de Prescripciones Técnicas para el Estudio Previo de Terreno.

En el capítulo 2 de la memoria se dan unas ideas sobre los caracteres generales de todo el Tramo.

En el capítulo 3, se divide el Tramo en Zonas en las que las condiciones geológico—geotécnicas son comunes, pasando a continuación a describir separadamente estas Zonas.

En el capítulo 4 se sugieren los corredores que parecen más importantes para un estudio posterior.

En el capítulo 5, se señalan las canteras y yacimientos granulares que se han recopilado en el estudio.

Por último, en el capítulo 6, se presenta la bibliografía consultada.

Este Estudio Previo de Terrenos ha sido realizado por ESTEYCO, S.A. en colaboración con la Sección de Geotécnia y Prospecciones de la Dirección General de Carreteras del M.O.P.U.

Han supervisado y realizado este estudio:

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS
SERVICIO DE TECNOLOGIA DE CARRETERAS
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

D. Antonio Alcaide Pérez, Dr. Ingeniero de CC.CC. y PP.
D. Rafael del Prado Palomeque, Ingeniero de CC.CC. y PP.
D^a. Concepción Bonet Muñoz, Dr. en Ciencias Geológicas

ESTEYCO, S.A.

D. Jaime Sánchez Rivera, Ingeniero de CC.CC. y PP.
D. Ricardo Ortega Rodríguez—Arias, Licenciado en Ciencias Geológicas
D. Fernando Moreno Serrano, Dr. en Ciencia Geológicas.

2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

2.1. CLIMATOLOGIA

El área correspondiente a la Serranía de Ronda corresponde a un máximo para el valor medio de la precipitación anual, máximo cuyo valor solo es superado por las regiones de Galicia, Vascongadas y Pirineos. Así puede verse en la figura 2.1.

Estas lluvias se concentran sin embargo durante los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, siendo escasas o nulas las precipitaciones en los meses restantes.

En el cuadro que se adjunta a continuación resumimos distintos valores medios climatológicos referentes a los distintos meses para la localidad de Algeciras, que es la más próxima a la ubicación del Tramo estudiado. A nuestro juicio los valores de temperaturas y precipitación correspondientes a la Serranía de Ronda serán sensiblemente menores y mayores respectivamente, a los que figuran en el cuadro, debido a la considerable diferencia de cotas existente entre ambas comarcas.

2.2. TOPOGRAFIA

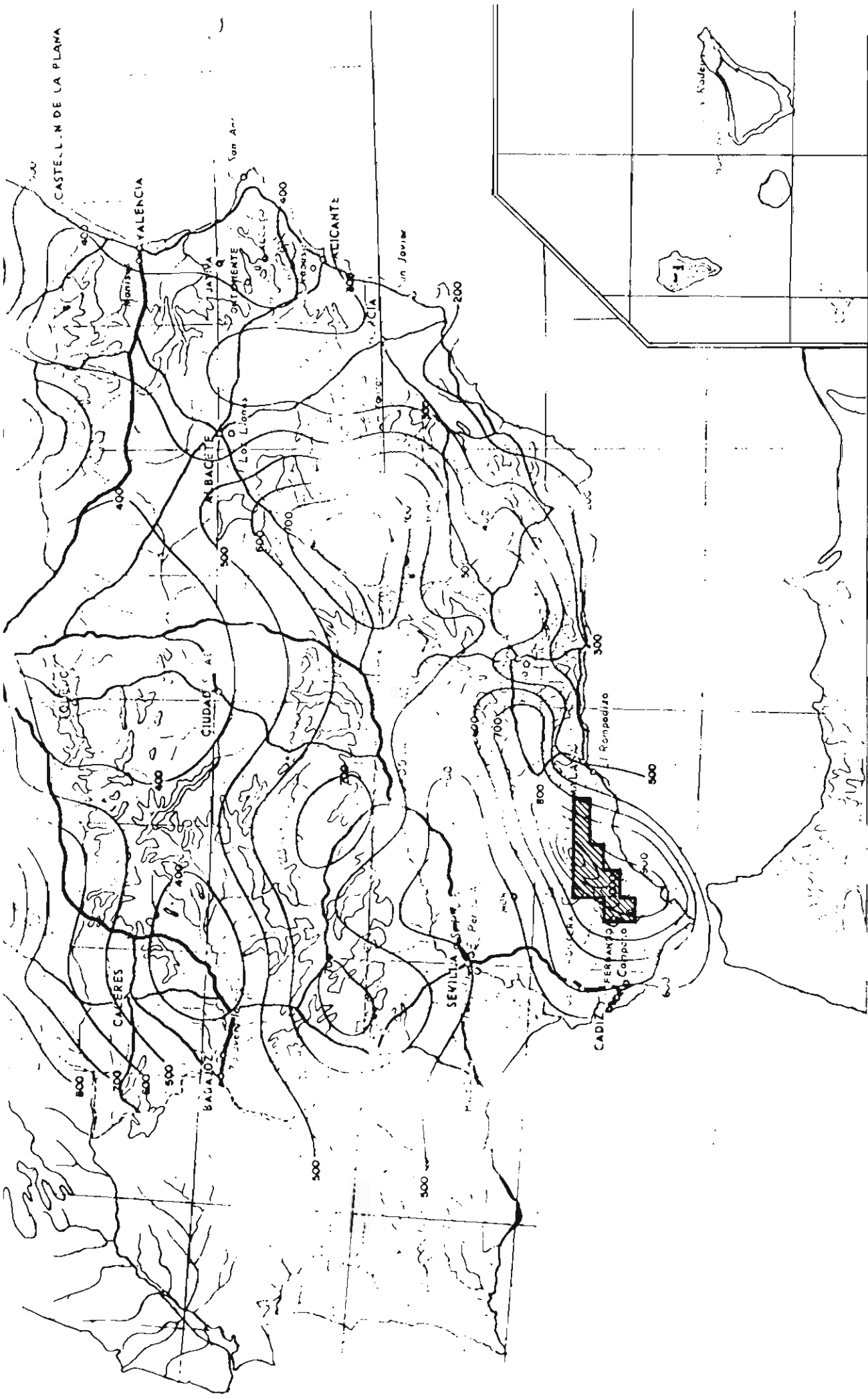
El Tramo estudiado ocupa la totalidad de la Serranía de Ronda. Presenta una topografía muy abrupta, con grandes desniveles y gargantas que dificultan el acceso a gran parte del mismo. Las cotas topográficas se sitúan entre los 1.918 m. en el pico Torrecilla (Sierra de las Nieves) y los 40 m. en el cauce del río Guadalhorce. La fig. 2.3. corresponde a un corte trazado de Este a Oeste pasando por las proximidades de Tolox y Ubrique. Es en esta dirección donde se pueden apreciar los mayores desniveles, ya que se cortan oblicuamente las sucesivas alineaciones montañosas y cursos fluviales principales, orientados fundamentalmente de NE a SO. De esta forma tenemos de Este a Oeste los siguientes accidentes orográficos:

- Cuenca del río Grande afluente del río Guadalhorce.
- Sierra de las Nieves y Sierras de Tolox.
- Sierra Oreganal.
- Arroyos de las Culebras y Andaza.
- Los Riscos
- Río Guadiaro.
- Sierra de Libar.

Siguiendo estas alineaciones hacia el SO, puede comprobarse como paulatinamente pierden altura hasta encontrarnos con los relieves del Campo de Gibraltar y comarca de Jimena de la Frontera, donde las pendientes son más suaves y las máximas alturas no superan los 300 m. La fig. 2.2. muestra un bloque diagrama general del Tramo.

2.3. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA

El Tramo estudiado comprende parte de la vertiente Norte de Sierra Bermeja, parte



0 20 40 60 80 100 Km.

Fig. 2.1- ISOLINEAS DEL VALOR MEDIO DE PRECIPITACION ANUAL EN EL PERIODO 1931-60

MESES	TEMPERATURA										PRECIPITACION										HE- LADAS					
	EXTREMAS		OSCILACION		VALORES MEDIOS			TEMPERATURA A 9H			VALORES		MEDIOS		EXTREMOS OBSERVADOS		VALOR.		Nº MEDIO DE DIAS DE NIEVE	HUMEDAD RELATIVA MEDIA						
	MAXIMAS	MINIMA	EXTREMA	MEDIA	MAXIMAS	MEDIA	MINIMAS	≥ 5° C	≥ 10° C	% MENSUAL	Nº DE DIAS	% MENSUAL	Nº DE DIAS	% MENSUAL	Nº DE DIAS	MAXIMA EN 24 H	MAXIMA MENSUAL	MINIMA MENSUAL			Nº DE DIAS	% MENSUAL				
ENR.	23,2	3,8	27,0	6,0	14,2	10,8	8,2	31	100	26	84	174	145,6	10	0	11	64	5	84	120,9	225,7	14,0	1	97	0	76
FEB.	23,4	3,0	26,4	6,7	15,3	11,9	8,5	28	100	24	86	170	112,9	8	7	9	68	4	86	123,7	241,7	10,9	0	100	0	75
MARZ.	27,0	0,4	26,6	6,0	17,1	14,1	11,1	31	100	30	97	195	131,3	10	0	1	64	5	84	103,4	293,7	40,2	0	100	0	70
ABRIL	29,6	3,0	26,6	6,6	19,0	15,8	12,4	30	100	30	100	222	87,5	7	0	6	80	3	90	192,4	162,4	5,0	0	100	0	73
MAYO	31,0	5,0	26,0	7,2	21,4	17,9	14,2	31	100	31	100	311	27,6	5	0	3	90	1	97	32,4	109,6	0,0	0	100	0	71
JUNIO	35,0	5,6	29,4	8,1	24,8	20,7	16,7	30	100	30	100	329	50,9	1	0	1	97	0	100	22,4	27,6	0,0	0	100	0	69
JULIO	39,0	7,8	31,2	8,4	27,3	23,1	18,9	31	100	31	100	356	0,0	0	0	0	100	0	100	0,3	0,7	0,0	0	100	0	70
AGOS.	44,0	10,0	34,0	8,5	27,6	23,4	19,1	31	100	31	100	323	1,9	0	1	1	97	0	100	10,2	17,4	0,0	0	100	0	71
SET.	36,0	6,6	29,4	7,2	25,1	21,5	17,9	30	100	30	100	244	21,9	2	1	1	97	0	100	160,0	62,6	0,0	0	100	0	73
OCT.	34,0	4,6	29,4	6,9	21,7	18,2	14,8	31	100	31	100	216	79,2	6	1	5	84	1	97	143,2	109,1	0,0	0	100	0	76
NOV.	26,0	0,2	25,8	6,5	17,7	14,5	11,2	30	100	30	100	149	12,5	10	1	8	73	3	90	80,4	295,1	0,5	0	100	0	77
DIC.	24,0	6,6	30,6	6,6	15,4	12,1	8,8	31	100	28	90	145	147,6	11	0	10	68	4	87	73,6	451,2	62,2	0	100	0	77

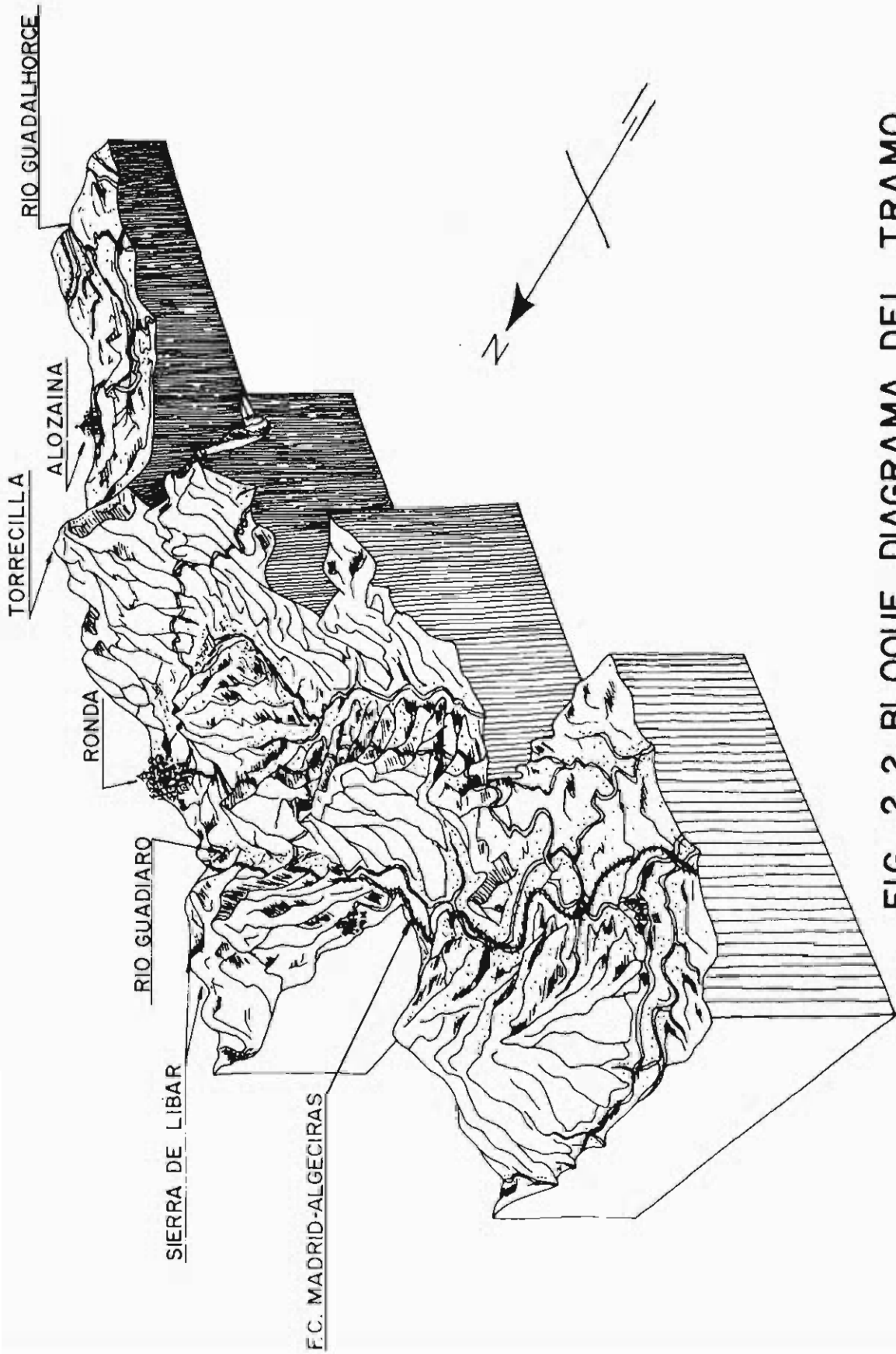


FIG. 2.2 BLOQUE DIAGRAMA DEL TRAMO



ESCALAS { H = 1:200.000
V = 1:100.000

Fig. 2.3. - PERFIL TOPOGRAFICO

de las Sierras de Libar y Ubrique, La Serranía de Ronda prácticamente completa, y por último las zonas deprimidas del río Guadiaro en Jimena de la Frontera y cuenca del río Grande, afluente del Guadalhorce, al norte de Coín. Ambas zonas deprimidas, de suave topografía, se sitúan en los extremos occidental y oriental respectivamente del Tramo objeto de éste trabajo.

Tectónica y morfoestructuralmente podemos hablar de una zona Bética y otra Subbética según terminología de Fallot (1.948) o bien de sus equivalentes: Unidades Internas y Unidades Externas según terminología de Mauthe et al. (1.971).

La zona Bética o Unidad Interna se subdivide dentro del área estudiada en Manto de Málaga y Unidades Alpujárrides. Este último grupo se subdivide a su vez en Alpujárride metamórfico y Alpujárride calizo—dolomítico o no metamórfico.

El Subbético o unidades externas son divididas por nosotros en el Subbético calizo—margoso y el subbético arcillo—flyschoide.

Por último, superponiéndose y tapando a los materiales de la zona subbética, se encuentran los sedimentos detrítico—arcillosos del Mioceno—Plioceno en la cuenca del río Guadalhorce, que cubren discordantemente el metamórfico de la zona Bética.

Estas distintas zonas y unidades aparecen esquematizadas en la fig. 2.4.

Unidad Bética

Se caracteriza por la existencia de un gran plutón de rocas peridotíticas, situado en el límite sur oriental de nuestra zona de estudio. Este plutón corta y es discordante con los distintos terrenos que lo bordean. Intruye en el seno del Alpujárride metamórfico y calizo, cortando también al manto Maláguide en la zona de Yunquera.

Este plutón produce una aureola de metamorfismo de contacto, dando lugar a mármoles cuando intruye al Alpujárride calizo.

a) Extremo sur occidental

El Alpujárride metamórfico y el manto de Málaga junto con parte del plutón peridotítico de Sierra Bermeja, forman la mitad sur occidental de la Unidad Bética, correspondiendo a una sucesión de gneises, esquistos, filitas, pizarras y areniscas, según nos alejamos del plutón hacia el NO. El encajamiento del río Genal, ha dado lugar a una red de drenaje con interfluvios muy agudos y abruptos. Esta red de drenaje pierde densidad en la zona de los gneises y más aún en la de las peridotitas, al ser estas rocas más duras que las pizarras del manto de Málaga.

b) Extremo nororiental

Al Alpujárride metamórfico se superpone en la zona de Yunquera el Alpujárride calizo—dolomítico, en tanto que al sur de Ronda en la zona de Cartajima y Parauta ocurre al contrario. Estas calizas y dolomías dan lugar a la Sierra de las Nieves y Sierra de Tolox, donde se encuentra el pico más alto de ésta región, Torrecilla, 1.918 m. Corresponden a unos parajes muy áridos y desolados, las calizas y dolomías poseen una brechificación y fisuración propias que han favorecido el desarrollo de un karst, no existiendo la escorrentía superficial.

La posición de las distintas unidades dolomíticas es subhorizontal dando lugar a elevaciones con cumbres llanas o redondeadas. La aparición de escarpes y desniveles viene condicionada en bastantes casos por las líneas de contacto entre formaciones de distinta litología.

Las relaciones tectónicas entre el Alpujárride calizo y el Alpujárride metamórfico, no aparecen claras, ya que si bien al sur de Ronda cabalga el Alpujárride metamórfico sobre el calizo, en la zona de Yunquera el calizo o marmóreo se apoya sobre el Alpujárride metamórfico. Sin embargo el manto de Málaga es claramente superior, habiendo cabal-

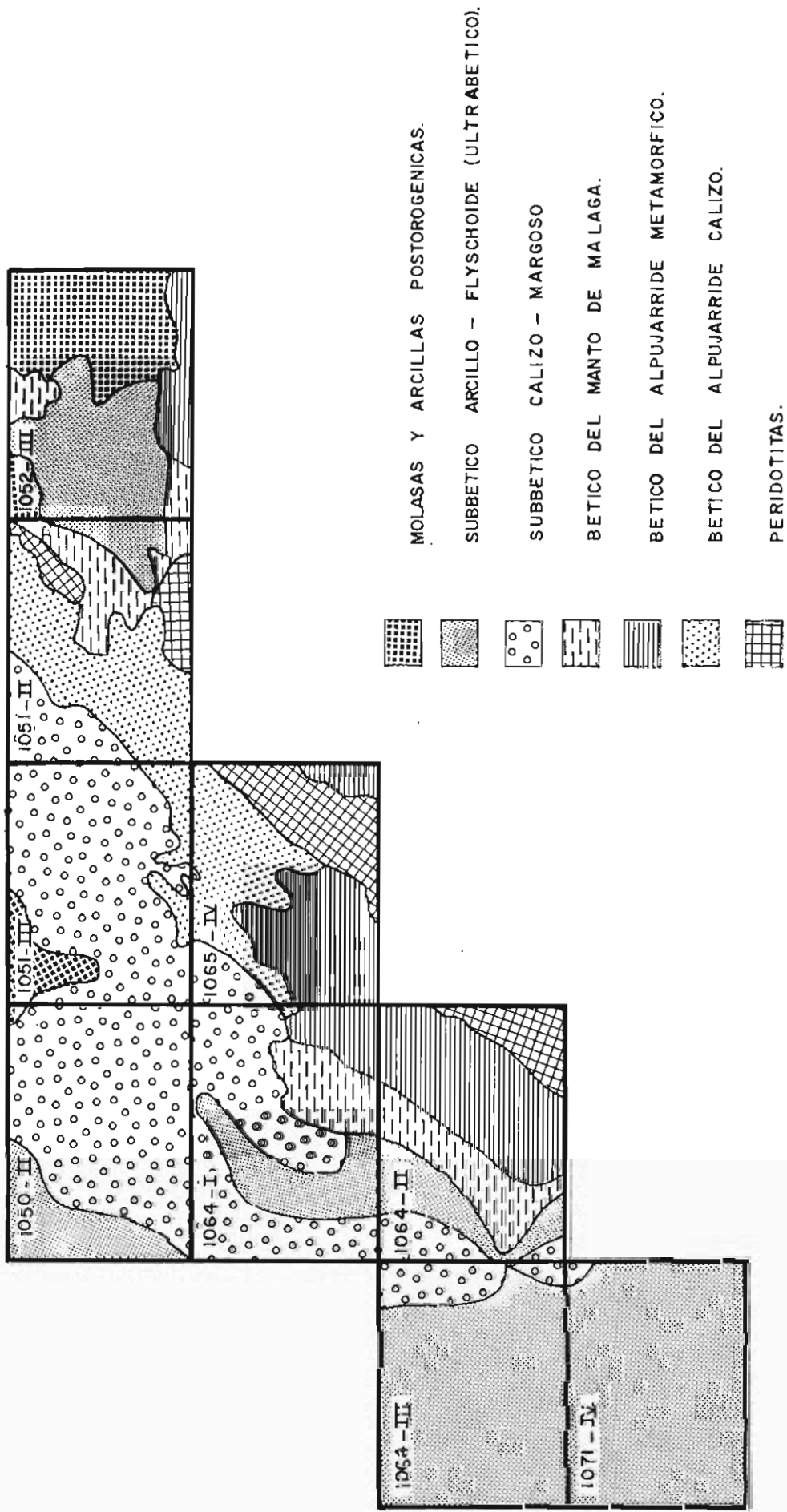


Fig. 2.4. Distribución de unidades tectónicas.

gado sobre el complejo Alpujárride. El conjunto aparece suavemente plegado dando lugar a pliegues no muy claros y definidos con direcciones de sus ejes entre NNE—SSO y NE—SO. A pequeña escala se observan pliegues y doblamientos de capas, generados durante el emplazamiento de los mantos, tal como se deduce de la geometría de los pliegues de la foto núm. 1.

Unidad Subbética

Como ya hemos dicho anteriormente, puede ser dividida dentro de nuestra área de estudio, en Subbético calizo—margoso y Subbético arcilloso y flischoide.

a) Subbético calizo—margoso

Corresponde a una zona con gran belleza paisajística donde las formaciones calizas del Jurásico dan lugar a numerosos escarpes y cornisas en sus zonas de contacto con el Cretácico calizo—margoso. Esta unidad es cabalgada por el Bético, tanto Maláguide como Alpujárride, siendo la zona de contacto, una línea festoneada que corre de SO a NE.

El conjunto aparece con grandes pliegues no muy apretados de dirección NE—SO y más observables que los existentes en la zona Bética.

El modelado aparece con un fuerte control litológico y estructural. Así el río Guadiaro y otros cauces importantes corren fundamentalmente de NE a SO. El río Guadiaro se ha encajado justamente en el eje de un gran sinclinal existente

entre Montejaque y Cortes de la Frontera, por donde discurre el Ferrocarril Madrid—Algeciras. Las formaciones calizas del Jurásico dan lugar a lapiaces y formas que asemejan a las del Torcal de Antequera. Se producen así mismo, fenómenos kársticos tan importantes como el de la famosa cueva del Gato, que tiene su entrada y sumidero al norte y cerca del límite del Tramo estudiado, y su salida o resurgencia 4 kilómetros al sur, junto al cauce del río Guadiaro, salvando un desnivel de varios cientos de metros.

Así mismo se encuentran numerosas depresiones cerradas con fondo plano que asemejan a uvalas incipientes.

b) Subbético arcilloso y flischoide

Como veremos más adelante, es la zona que presenta mayor número de problemas geotécnicos. Corresponde al flysch del Campo de Gibraltar y su prolongación al norte de Jimena de la Frontera. Dentro de ésta unidad, el "Subbético flyschoide" corresponde a gruesas capas de arenisca aflorantes al oeste de Jimena de la Frontera, que dan lugar a



Foto 1. Pliegues en el Jurásico del Grupo 220 b.

sucesivas alineaciones montañosas paralelas, cortadas oblicuamente por el río Hozgarganta, que en algún tramo de su recorrido sigue la dirección de las capas.

“El Subbético arcilloso”, aflora hacia el este de las localidades anteriores hasta su contacto con el Prebético calizo—margoso y el Bético, descritos ambos en los dos apartados anteriores.

También se encuentra el Subbético arcilloso superpuesto y descansando sobre el subbético calizo—margoso (Jimena de Liñar, Montejaque, Ronda, etc) e incluso sobre el Bético, tanto metamórfico como dolomítico (Tolox, Alosina, Sur de Ronda, etc), por lo cual corresponde al manto superior y último, que habría montado sobre todos los anteriores.

Al encontrarnos por otro lado estos materiales arcillosos a lo largo del frente o contacto del Bético con el Subbético, cabe suponer, que este contacto ha sido reactivado como falla inversa o cabalgamiento, con posterioridad al emplazamiento de los mantos, habiéndose producido cobijaduras de esta formación arcillosa en el frente de este cabalgamiento, cuya superficie por otro lado, ha de estar muy tendida, dado el trazado tan sinuoso de la misma sobre el terreno.

Estos materiales del Subbético arcilloso, dan lugar a relieves sin directrices definidas, con suaves lomas o interfluvios, y cauces no muy definidos ni encajados, ya que la arroyada o escorrentía es principalmente difusa. Las pendientes evolucionan con rapidez merced a numerosas coladas y lenguas de barro que se forman en los períodos lluviosos. Es en el seno de esta formación donde se han producido grandes deslizamientos, con una superficie de varios kilómetros cuadrados en algunos casos. Estos grandes deslizamientos datan de los períodos lluviosos de las últimas glaciaciones.

Llanura de Ronda

Solo una pequeña parte de la misma queda comprendida dentro del Tramo estudiado. Se trata de molasas miocenas, postorogénicas, pero que al sur de Ronda aparecen afectadas por un pliegue de dirección NNE—SSO, donde las capas alcanzan una inclinación de hasta 40°. Así mismo estos materiales quedan cortados por fallas recientes de dirección E — O y labio hundido al Norte.

La morfología de esta unidad corresponde a una llanura o superficie estructural superior, más o menos inclinada, cuyos límites suelen ser bruscos acantilados, como el famoso Tajo de Ronda.

Cuenca del río Grande y Guadalhorce

Ocupada solo en parte por terrenos postorogénicos, del Mioceno y Plioceno, de consistencia blanda, afectados por suaves ondulaciones que dan lugar a una morfología de suaves lomas y red de drenaje poco definida.

2.4.. ESTRATIGRAFIA

La columna estratigráfica global comprende materiales que van del Precámbrico al Cuaternario, según diversas formaciones, con edad no muy clara y precisa dada la ausencia de fauna. Por otro lado existen materiales ígneos con una edad tampoco muy definida pero cuya intrusión es situada por diversos autores, entre el Triásico y el Eoceno.

La columna estratigráfica global que exponemos seguidamente, se infiere a partir de las edades asignadas por diversos autores a las distintas formaciones. La relación de estas formaciones en el terreno no es la de una sucesión estratigráfica, sino tectónica, por lo cual es imposible en la mayor parte de los casos el levantamiento de series estratigráficas reales sobre el terreno, incluso dentro de una misma formación en el caso de que ésta sea incompetente y corresponda a alternancias calizo—margosas, por ejemplo, ya que en su seno se han producido numerosas transposiciones tectónicas, con repetición y engrosa-

miento de la formación, o bien al contrario, se ha producido en otros casos un adelgazamiento de la misma. Los espesores que pueden así asignarse, son estimativos y representan un promedio de las potencias observadas en distintos sectores.

Para las formaciones más competentes como las calizas del Jurásico y Liásico, se observa una mayor constancia en el espesor de las mismas y, si bien parecen no haberse producido fenómenos de transposición y repetición tectónica de las series, sí se ha llegado a producir en la mayor parte de los casos una brechificación interna, sincrónica al movimiento del manto, que ha hecho desaparecer la estratificación y estructuras sedimentarias originales.

El Precámbrico aparece representado, dentro del Manto de Málaga en la zona de Coñ, estando constituido principalmente por gneises y esquistos.

Como materiales de edad Cámbrica figuran en la bibliografía, unos mármoles que dan lugar a las alineaciones montañosas existentes al este de Coñ, apareciendo en contacto con las peridotitas, el manto maláguide y terrenos postorogénicos.

El resto de Paleozoico indiferenciado y sin mayor precisión de edad comprende los gneises, esquistos y filitas del Complejo Alpujárride por un lado y las pizarras, areniscas, grauvacas y capas carbonatadas del Manto de Málaga por otro, en el cual aparecen intercalados niveles de areniscas y conglomerados de tonos rojizo—violáceos correspondientes a sedimentos Permo—triásicos. Así pues, todas las rocas de edad Paleozoica quedan comprendidas dentro de la unidad Bética.

El conjunto del Paleozoico, deriva de una potente serie sedimentaria pelítico—arenosa con delgados niveles calizos indicadores probablemente de aguas algo más someras. Los niveles rojos del Permo-triásicos corresponderán a depósitos continentales.

El triásico engloba las areniscas moscovíticas del Buntsandstein, al este de Ronda, en contacto mecanizado con la formación predominantemente carbonatada del Muschelkalk, la cual aflora también exclusivamente en una amplia extensión, situada al este de Ronda. Sobre este núcleo de Triás medio se superponen, según una sucesión stratigráfica normal, las capas de margas y calizas arenosas y ferruginosas del Keuper, las cuales afloran también en otros lugares en contacto mecanizado con el Jurásico. Los afloramientos de estos tres pisos quedan comprendidos dentro del Subbético calizo—margoso.

El Retolías presenta diversas facies correspondientes a brechas dolomíticas, brechas de dolomías arenosas y brechas marmóreas, quedando englobado dentro del Complejo Alpujárride no metamórfico.

El Jurásico queda, así mismo, representado por distintas facies que según un orden de abundancia decreciente son: calizas de color beige, dolomías arenosas y brechoides y calizas oscuras, fétidas y tableadas, alternando con niveles y tramos margosos.

La facies primera da lugar a las cumbres montañosas de la unidad Subbética calizo—margosa, en tanto que las dos últimas forman parte del Complejo Alpujárride no metamórfico.

El Cretácico indiferenciado comprende una facies muy característica, denominada en la bibliografía "capas rojas" y que está constituida por una alternancia de calizas, margo—calizas y margas de tonos rojizos, rosados y blanquecinos. Su contacto con el Jurásico es mecanizado en los casos, en que aparece bajo el mismo, o bien el contacto es normal, la mayor parte de las veces en que aparece sobre el Jurásico.

El conjunto del Mesozoico corresponde a sendos episodios lagunares o de mar confinado, para el Buntsandstein y Keuper en el Triásico, siendo el Muschelkalk, un episodio intermedio con sedimentación carbonatada en mar abierto. El Jurásico queda representado por facies carbonatadas de plataforma, en tanto que el Cretácico puede representar condiciones de mayor inestabilidad o cercanía a la costa.

El Eoceno en unos casos, o Paleógeno indiferenciado en otros, corresponde al Subbético arcilloso y flyschoides, apareciendo constituido por arcillas y margas, con algunos tramos de capas grauváquicas ocasionales. Su contacto basal suele ser una superficie de manto, la mayor parte de las veces, al recubrir a distintos terrenos de edad paleozoica y mesozoica. En ocasiones, como ocurre en Alpendeire y junto a la resurgencia de la cueva

del Gato, puede observarse un paso gradual entre el Cretácico y este Paleógeno según una sucesión estratigráfica normal.

El Oligoceno corresponde a la porción flyschoides del Subbético arcilloso–flyschoides y está constituido por una alternancia de gruesos bancos de areniscas silíceas con margas intercaladas. El contacto de estas capas con el Paleógeno arcilloso es mecanizado, debido a la diferencia de competencia entre ambos conjuntos.

El Mioceno queda representado por las molasas de Ronda y otros sedimentos arcillo –arenosos situados en el extremo oriental del Tramo. Puede considerarse en conjunto como una facies lagunar o marina de escasa profundidad, presentando notables cambios de espesor en la región de Ronda, donde llega a alcanzar los cien metros de espesor, justamente en esta localidad, apareciendo con una disposición y estructuras internas indicadoras de un antiguo cono de deyección fuertemente cementado por aguas carbonatadas.

El Plioceno de facies lacustre o de mar confinado, queda representado por calizas travertínicas, conglomerados y derrubios de pie de monte y por margas, limos y niveles de caliche en el centro de la cuenca.

Tanto el Mioceno como el Plioceno cubren discordantemente los terrenos afectados por la orogénesis alpina.

Los afloramientos de materiales cuaternarios corresponden a facies de caliches y limos blancos con gasterópodos, para el Cuaternario antiguo, y a algunos niveles de terrazas, llanuras aluviales actuales, coluviones, aluviones y grandes deslizamientos, todo ello dentro del Cuaternario más reciente.

2.5. GRUPOS GEOTECNICOS

Se han definido 47 grupos litológicos que han sido agrupados en 9 grupos geotécnicos diferentes, definidos teniendo en cuenta las características geotécnicas esenciales de cada uno de ellos, o previendo el comportamiento de cada uno de ellos entre futuras obras viales.

Los diferentes grupos geotécnicos son los siguientes:

- A) Formaciones rocosas masivas resistentes, poco erosionables y diaclasadas, 001.
- B) Formaciones rocosas estables, con estratificación o foliación bien desarrollada, resistentes a la erosión: 100 a, 313 b, 100 d.
- C) Formaciones calcáreas masivas y karstificadas, estables: 110, 220 c, 220 a, 221 a, 210 b, 210 a, 100 e, 322 b.
- D) Formaciones rocosas de litología variable (alternancias), con esquistosidad y estratificación bien desarrollada, estabilidad y erosionabilidad media: 100 b, 100 c, 230, 220 b, 213, 212, 211, 010, 313 a.
- E) Materiales arenosos–conglomeráticos, con cementación variable y estables: 321 a, 350, 321 b, 160.
- F) Formaciones arcillo–margas, erosionables e inestables, con plasticidad alta y numerosos problemas geotécnicos: 313 c, 312 a, 312 b, 310, 322 a.
- G) Suelos y coluviones cohesivos inestables con problemas de deslizamientos: C1, C2, C3, C6, CV1, CV2.
- H) Suelos y aluviones cohesivos con estabilidad media: A₁, A₂, A₃, A₄, T1, T2, V1, V2, C7.

I) Suelos y aluviones no cohesivos de estabilidad media: C5, T3.

2.6. SISMICIDAD

De acuerdo con el Mapa Sísmico Nacional definido en la Norma Sismorresistente PDS – 1 de 1.974, el Tramo de estudio está comprendido entre las isosistas VI y VII (fig. 2.6.), es decir, no son previsibles sismos de intensidad superior a los de grado VII de la escala macrosísmica internacional (M.K.S.). En consecuencia, el Tramo está ubicado en la "zona 2ª" de sismicidad media.

Con respecto a las carreteras, la Norma hace las siguientes recomendaciones:

"En la zona 2ª no es obligatoria la consideración de los efectos sísmicos, salvo para autopistas o carreteras de gran interés".

Sin embargo la naturaleza generalmente cohesiva de casi todas las formaciones y la ausencia de niveles freáticos, hace bastante reducido el riesgo de daños sísmicos en las eventuales obras viables.

La sismicidad de la Zona 2ª obliga a contar con valores característicos del orden siguiente:

Velocidad	3 cm/s.
Aceleración	38 cm/s ² .
Desplazamiento	0,24 cm.

para un período de $T = 0,5$ seg.

El coeficiente sísmico básico correspondiente es $C = 0,004$ y para períodos distintos puede calcularse por la fórmula $C = 0,02/T$.

En los cálculos de estabilidad, excepto en las estructuras especiales, se considerará una acción sísmica horizontal en la dirección más desfavorable, igual al coeficiente sísmico correspondiente a un mínimo de riesgo en cincuenta años, multiplicado por el coeficiente de terreno y por el peso propio. No es necesario considerar la componente vertical de la acción sísmica.

Para la construcción de terraplenes se aconseja prescindir, en lo posible, de materiales muy arcillosos y en cualquier caso compactar del lado húmedo y por encima del 95 por 100 de la densidad máxima del Proctor Normal.

En los cálculos de estabilidad se emplearán los coeficientes de cohesión y rozamiento deducidos de los ensayos estáticos.

Se eludirá en lo posible la construcción de la carretera, aunque el terraplén sea mínimo, sobre terrenos echadizos no compactos, limosos y arenosos de consistencia muy floja y turbas. Cuando no sea posible evitarlos debe tenerse en cuenta que un terremoto puede ocasionar importantes asentamientos que destruyan la calzada.

En el proyecto de una carretera donde sea obligatoria la consideración de las acciones sísmicas, se analizarán las pendientes y taludes naturales de las laderas por las que discurrán, prescindiendo de aquellas cuyos coeficientes de seguridad, teniendo en cuenta la acción sísmica horizontal definida anteriormente, sean inferiores a 1,2 y de aquellas zonas en las que se hayan producido movimientos de terreno.

Los muros de contención se calcularán igualmente teniendo en cuenta la acción sísmica horizontal indicada anteriormente, con coeficiente de seguridad no inferior a 1,2.

Puede prescindirse de calcular, a efectos sísmicos, aquellas partes de obra cuya destrucción ocasione daños fácilmente reparables o que no inutilicen la carretera.

Con respecto a puentes la norma hace las siguientes recomendaciones:

"Se calcularán a efectos sísmicos todos los puentes de carretera situados en las zonas de media y alta sismicidad".

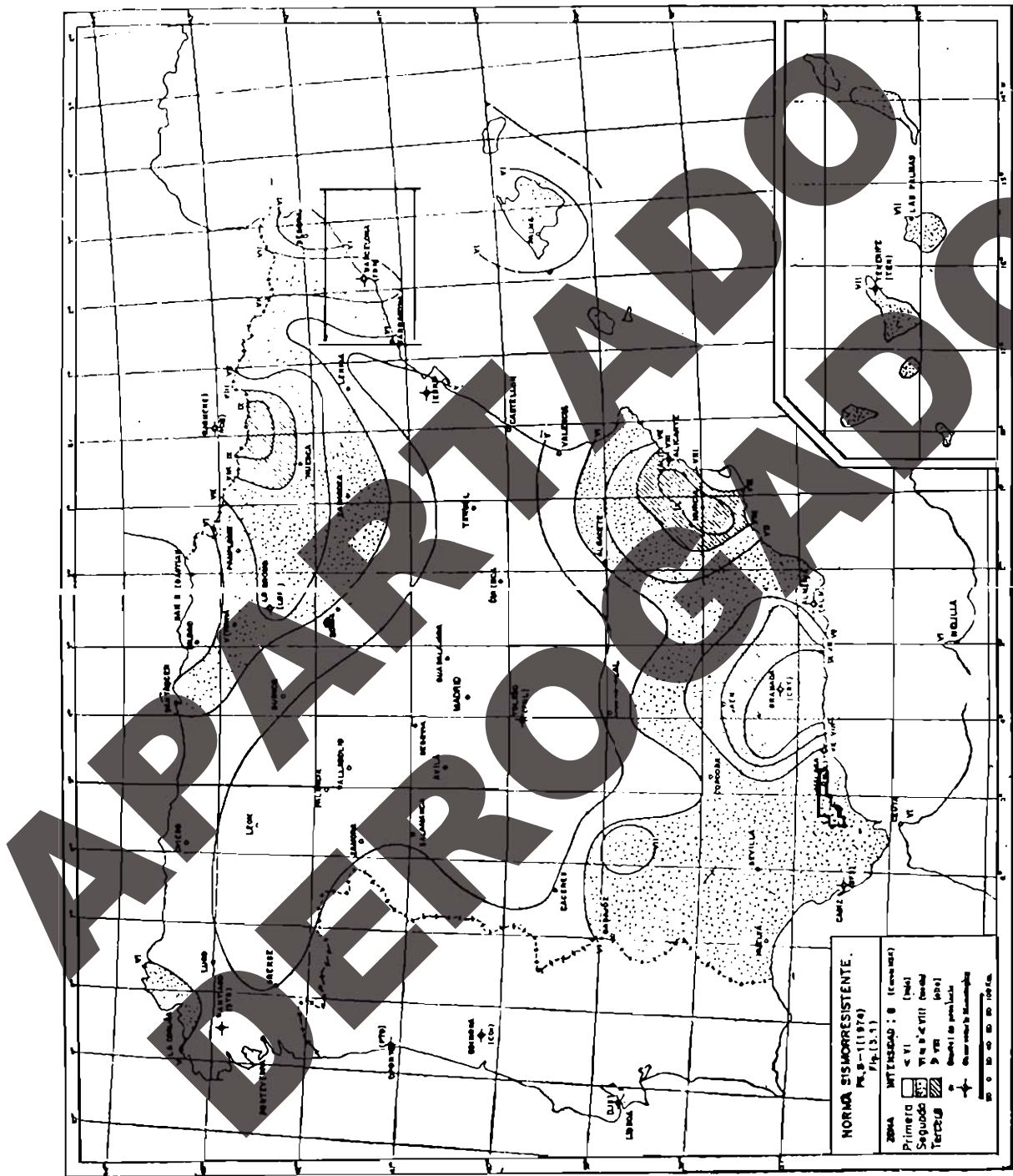


FIG. 2.5 LOCALIZACION DEL TRAMO EN EL MAPA. SISMORRESISTENTE.

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.0. ZONAS DE ESTUDIO

Este Tramo ha sido subdividido en diversas zonas de estudio, de acuerdo con los caracteres litológicos, estructurales, y por tanto geomorfológicos, definidores y comunes de cada zona. Tal como se desprende del apartado sobre geomorfología y tectónica el área estudiada ha sido dividida en 4 zonas; ver fig. 3.1.

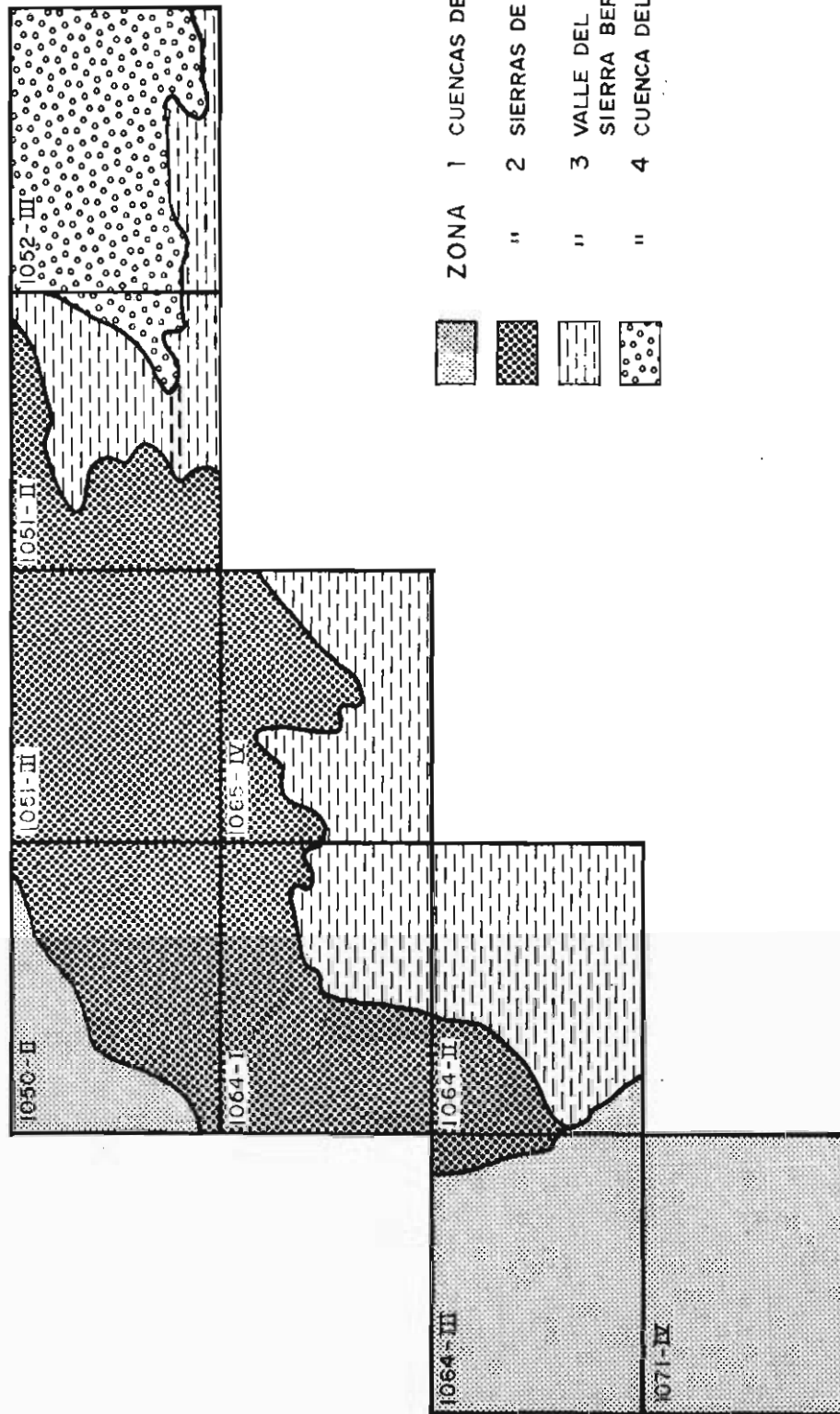
- Zona 1.— Cuencas de los ríos Guadiaro y Hozgarganta.
- Zona 2.— Sierras de Libar y Serranía de Ronda.
- Zona 3.— Valle del río Genal y vertiente norte de Sierra Bermeja.
- Zona 4.— Cuenca del río Grande.

Comparando las figuras 2.4. y 3.1. puede verse como la Zona 1 está constituida por el Paleógeno del Subbético arcilloso—flyschoide, con una topografía suave en su mitad oriental y más abrupta en la occidental, con cotas inferiores siempre a los 400 m.

La Zona 2 corresponde al Mesozoico del Subbético calizo—margoso, y al Triásico — Jurásico, dolomítico, del Alpujárride no metamórfico. Se caracteriza por un fuerte relieve (1.918 m. en el pico Torrecilla) y la existencia de abundantes fenómenos kársticos.

La zona 3 comprende el complejo Alpujárride metamórfico, el manto de Málaga y el plutón de Sierra Bermeja; topográficamente ocupa cotas superiores a las de la Zona 1 e inferiores a las de la Zona 2. Presenta un relieve muy quebrado con fuertes pendientes y una densa red de drenaje.

La Zona 4 tiene similitudes con la Zona 1 ya que su mitad occidental aparece ocupada por las arcillas del Subbético arcilloso—flyschoide, en tanto que en su mitad oriental aflora el Plioceno margoso y las extensas llanuras aluviales del río Guadalhorce y río Grande.



ZONA 1 CUENCAS DE LOS RIOS GUADIARO Y HOZGARGANTA
 " 2 SIERRAS DE LIBAR Y SERRANIA DE RONDA
 " 3 VALLE DEL RIO GENERAL Y VERTIENTE NORTE DE SIERRA BERMEJA.
 " 4 CUENCA DEL RIO GRANDE.

Fig. 3.1 – DISTRIBUCION DE ZONAS

3.1. ZONA 1. CUENCAS DE LOS RÍOS GUADIARO Y HOZGARGANTA

3.1.1. Geomorfología y Tectónica

Ocupa el extremo occidental del Tramo. Dentro de la misma podrían considerarse a su vez dos subzonas, una occidental y otra oriental, diferenciables a partir de la litología, estructura y relieve, si bien la edad de los materiales es análoga para ambas y las cotas topográficas similares también.

Los materiales predominantes al oeste de la línea El Colmenar — Jimena de la Frontera son areniscas silíceas amarillentas, estratificadas en gruesos bancos que alternan con intercalaciones margosas, ocres y marrones. Esta sucesión de areniscas presenta una dirección constante NNE — SSO y un buzamiento de 30° a 50° al Este. Dentro de esta sucesión aparecen bandas arcillosas correspondientes al Eoceno del Subbético arcilloso. El enorme espesor de esta sucesión de areniscas y la existencia de estos tramos margosos, es interpretada como un apilamiento y repetición de sucesivas escamas tectónicas con superficies de despegue y de deslizamiento en el contacto con las bandas arcillosas. Toda la serie estaría volcada y cabalgando hacia el Oeste. En la margen occidental del Tramo aparece una banda de Mesozoico correspondiente a un núcleo anticlinal orientado de NNE a SSO. Otros ejes anticlinales y sinclinales aparecen en el seno de la serie de areniscas.

La morfología de este área corresponde a valles y colinas alargados y según la dirección de las capas. Las colinas tienen todas una altitud similar y no superior a los 400 m. El río Hozgarganta, corta oblicuamente la estructura del terreno y desagüa en el río Guadiaro.

La otra mitad de esta Zona 1 situada hacia oriente de la misma línea El Colmenar — Jimena de la Frontera, corresponde también al apilamiento de distintas unidades tectónicas, siendo la edad de los materiales de todas ellas Eoceno o Paleógeno indiferenciado y su litología similar, margas, arcillas y capas duras de arenisca o calizas, por lo cual la separación y cartografía de las mismas resulta dificultosa, al no haber un contraste litológico. Por esta razón los 3 grupos litológicos de esta edad, existentes en este área, han sido agrupados en un solo grupo geotécnico.

El relieve es suave y alomado, con numerosas huellas de deslizamiento en las pendientes. Las cotas oscilan entre 250 y 100 m.

En el extremo sur de esta Zona alcanzan un desarrollo importante las llanuras aluviales y niveles de terrazas de los ríos Guadiaro y Hozgarganta. El perfil transversal del valle de estos ríos cambia bruscamente de ser en V, a ser un valle amplio con fondo plano, al pasar del área occidental donde dominan las areniscas, el área Paleógeno arcilloso.

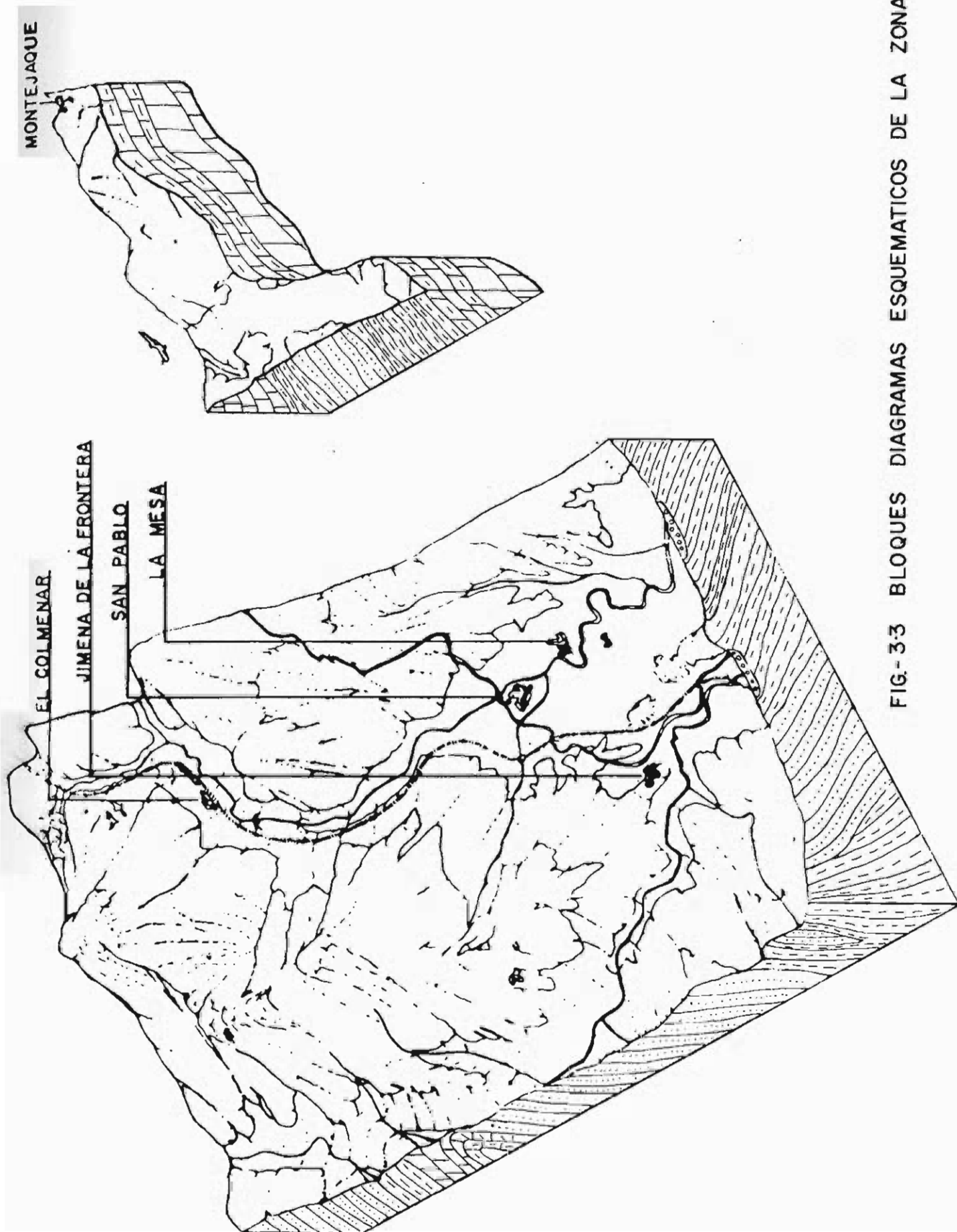
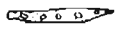
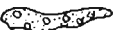

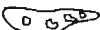
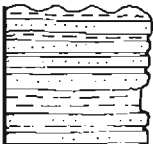


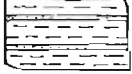

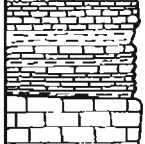
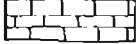


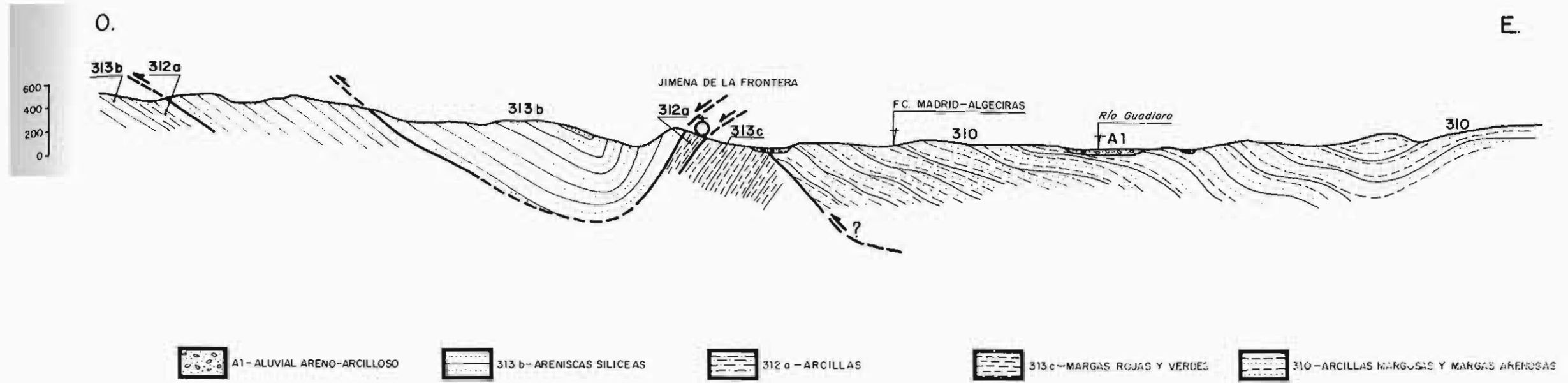
FIG.- 33 BLOQUES DIAGRAMAS ESQUEMATICOS DE LA ZONA -1.

3.1.2. Columna estratigráfica

Confeccionada a partir de todos los grupos litológicos que aparecen en esta Zona, si bien algunos de ellos serán definidos y descritos en los distintos apartados correspondientes a las restantes Zonas.

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	GRUPO GEOTECN.	GRUPO LITOLÓG.		
	H	A1	Arenas y arcillas con cantos redondeados y heterométricos de cuarzo y caliza.	CUATERNARIO
	H	T1	Terraza constituida por arcillas arenosas con cantos de cuarzo y calizas.	CUATERNARIO
	G	C3	Coluvial arcillo-margoso con cantos sueltos de areniscas y caliza, subangulosos.	CUATERNARIO
	G	CV1	Arcillas pardo-marrones, con cantos y grandes bloques de arenisca, calizas y dolomías. Estructura caótica.	CUATERNARIO
	B	313b	Areniscas silíceas amarillentas, con fragmentos de cuarzo, rocas metamórficas y feldespatos.	OLIGOCENO
	D	313a	Areniscas silíceas de grano fino y matriz arcillosa, amarillentas y deleznales.	OLIGOCENO
	F	313c	Margas de colores rojos y verdes que marcan la estratificación. Copas ocasionales de calizas detríticas.	OLIGOCENO
	F	310	Alternancia de arcillas margosas y margas arenosas, con intercalaciones de areniscas y calizas.	PALEOGENO
	F	312a	Arcillas masivas pardo-marrones, blandas y deleznales. Tramos flyschoides con capas grauváquicas.	EOCENO
	D	230	Calizas, calizas margosas y margas, estratificadas en finas capas. Colores rosados y rajizos.	CRETACICO
	C	220c	Calizas micríticas a microcristalinas de color beige.	JURASICO

CORTE I-I'



CORTE II-II'

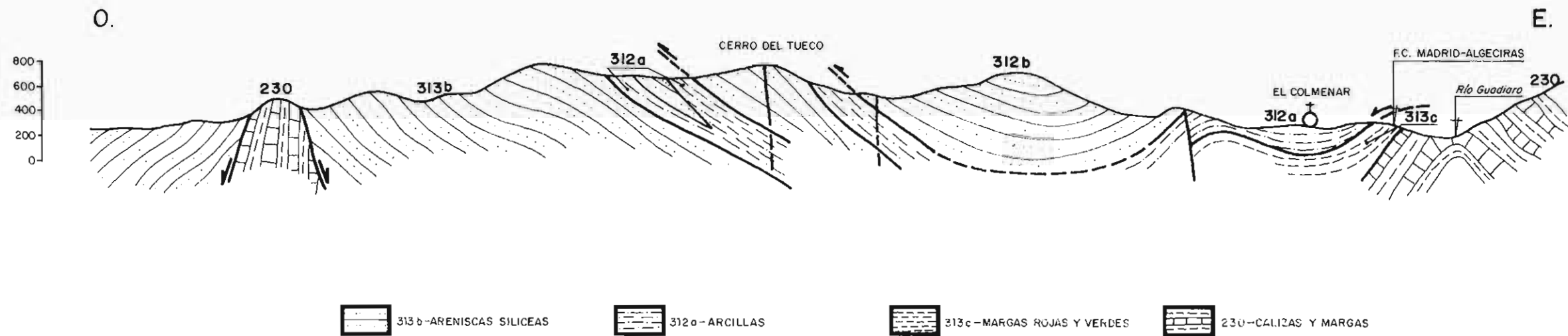


Fig. 3.4- ESQUEMAS DE LOS CORTES LITOLÓGICO- ESTRUCTURALES DE LA ZONA 1

3.1.3. Grupos litológicos

ALUVIAL DE LOS RIOS GUADIARO Y HOZGARGANTA (A1)

Litología y Estructura.— Se trata de aluviales donde predominan los finos sobre los gruesos, por lo cual no constituyen buenas graveras para su explotación como árido. Es un aluvial areno—arcilloso con cantos redondeados y heterométricos de cuarcita y caliza, con predominio de la matriz sobre los cantos. Normalmente estos se concentran en niveles definidos y solo ocasionalmente aparecen dispersos en el seno de las arenas y arcillas. Potencia estimada de 1 a 10 m. (Foto 2).



Foto 2. Vista del aluvial del río Guadiaro

Comportamiento.— Conjunto con permeabilidad de media a alta, con buen drenaje superficial por infiltración, pudiendo dar lugar a acuíferos subálveos. Constituye un mal cimiento para estructuras, pues puede tener asentamientos diferenciales debido a su heterogeneidad y baja compacidad. Como además es erosionable y socavable, los puentes en los ríos con avenidas deberán cimentarse sobre el sustrato firme si el aluvial no es muy potente.

Estos materiales son fácilmente excavables con pala cargadora.

Actualmente se explotan para graveras aguas abajo del límite del Tramo. Se pueden utilizar como material de préstamo.

TERRAZAS DEL RIO GUADIARO (T1)

Litología.— Terraza constituida por arcillas arenosas en el seno de las cuales aparecen cantos, de diámetro inferior a 5 cm., de cuarcita y caliza fundamentalmente. Puede verse en la fotografía núm. 3 como los cantos son muy escasos predominando la matriz en la cual se aprecia un bandeado o tenue estratificación. El espesor de esta unidad oscila entre los 5 y 10 m.

Comportamiento.— Se trata de una unidad erosionable, permeable, con buen drenaje en profundidad y prácticamente nulo en superficie debido a la topografía llana que posee y sin ninguna pendiente perceptible.

El curso algo meandriforme del río Guadiaro da lugar a una erosión y socavamiento progresivo de este conjunto dando lugar a taludes subverticales inestables tal como el de la fotografía 3.

COLUVIONES DEL VALLE DEL RÍO GUADIARO (C3)

Litología.— Coluvial constituido principalmente por una masa caótica arcillo—margosa de color marrón pardo. Estas arcillas margosas engloban cantos angulosos y subangulosos, heterométricos de calizas, calizas arenosas y areniscas, con tamaños que oscilan entre 1 y 15 cm. de diámetro.

Estos componentes aparecen de forma desordenada en el seno de la matriz predominante. La potencia oscila entre 1 y 15 m. siendo máxima en el "talweg" de las vaguadas.

Comportamiento.— Conjunto fácilmente erosionable, con permeabilidad media y buen drenaje superficial debido a la pendiente con que aparecen estos materiales. Presenta numerosos casos de deslizamientos activos en épocas lluviosas, durante las cuales puede llegar a fluir dando lugar a coladas de barro. De esta manera presenta problemas geotécnicos análogos al terreno del substrato del cual deriva. No es fácil, en muchos casos, establecer un límite neto entre el substrato y el coluvión dada la composición y textura análoga de ambos y el paso gradual que suele producirse entre uno y otro.

Es un material fácilmente removible, presentando taludes naturales inestables bajos incluso de pequeño ángulo.

En la fotografía 4 pueden apreciarse fenómenos de deslizamiento en su mitad inferior.



Foto 3. Aspecto del nivel de terraza del río Guadiaro (C3).

GRANDES DESLIZAMIENTOS ANTIGUOS DE LA CUENCA DEL RÍO GUADIARO (CV1)

Grupo descrito en la Zona 2 por su mayor abundancia en ella.

FLYSCH ARENOSO DE LA UNIDAD DE LOS NOGALES (313a)

Este grupo ocupa una pequeñísima extensión dentro del Tramo estudiado, quedando restringido a una pequeña porción en el borde Este del cuadrante 1071 - 4. El término "Unidad de los Nogales" tiene un sentido tectónico (Didon 1961).

Litología.— Se trata de un grupo constituido por una facies arenosa — facies flysch

— con intercalaciones margosas y niveles finos de calizas con *Aptychus*, excepcionales. Hacia la base aumenta la proporción de margas de forma que es difícil de delimitar su contacto con el grupo 310 dada la similitud litológica existente entre ambos. Potencia aproximada del conjunto, superior a los 100 m.



Foto 4. Coluvionces en la margen izquierda del río Guadiaro.

Estructura.— Este grupo cabalga y monta sobre el grupo 310 correspondiente a la unidad de Algeciras. Los buzamientos de sus capas, no muy acusados, son normalmente al Este.

Comportamiento.— Conjunto con erosionabilidad media a alta, no ripable, con drenaje superficial bueno. Permeabilidad baja (secundaria por fisuración). Presenta problemas de deslizamientos locales potenciales a favor de los planos de estratificación. Taludes naturales estables B 30° y artificiales inestables B 60°.

MARGAS DE JIMENA DE LA FRONTERA (313c)

Este grupo aparece también con una pequeña extensión de afloramiento, reducida a una estrecha banda orientada N—S, pasando por Jimena de la Frontera.

Litología.— Está constituido por unas margas rojas y verdes características y fácilmente reconocibles. La estratificación es reconocible precisamente por los cambios de coloración. Presentan además muy escasos niveles de calizas detríticas con foraminíferos, que suelen destacar del resto de la formación por su mayor resistencia a la erosión. El espesor del conjunto puede ser estimado entre 50 y 80 m.

Estructura.— Ocasionalmente es masiva y caótica pero normalmente, la estratificación deducida de los cambios de coloración descritos, aparece bastante inclinada o subvertical.

Comportamiento.— Este grupo se caracteriza por su gran erosionabilidad e inestabilidad, produciéndose además numerosos fenómenos de deslizamiento por fluidificación del material margoso en épocas lluviosas. El deslizamiento espectacular de parte de una calle de Jimena de la Frontera, que figura en la foto 5, se produjo el invierno pasado 1976- 77, debido a las abundantes y persistentes lluvias.

Tanto este grupo como los grupos 312 a, 312 b y 310 que veremos sucesivamente



Foto 5. Deslizamiento a favor de la pendiente de un tramo de una vía urbana en Jimena de la frontera.

presentan problemas de deslizamientos de las vías que se excaven sobre los mismos. Estos deslizamientos podrían ser evitados o atenuados mediante un buen sistema de drenaje bajo el firme de la carretera. Tras una temporada de fuertes lluvias, pueden verse numerosos casos de deslizamientos en taludes artificiales y terraplenes. El conjunto es impermeable, con buen drenaje superficial y fácilmente removible y excavable (Fotos 6 y 7).

Se han observado taludes naturales inestables, altos de 30°.



Foto 6.- Margas de Jimena de la frontera (313c). Deslizamientos y abarrancamientos locales importantes junto a esta localidad.



Foto 7. Ejemplo de abarrancamiento en el seno del grupo 313c, junto a Jimena de la Frontera.

ARENISCAS DEL ALJIBE (313 b)

Denominación tomada de la bibliografía (Didon 1.961) y aceptada por el resto de los autores, nos sirve para designar un grupo fácilmente reconocible y característico que ocupa prácticamente la mitad de la Zona 1, encontrándose también pequeños retazos del mismo dentro de la Zona 4.

Litología.— Son unas areniscas silíceas, amarillentas, con cemento silíceo, constituidas por fragmentos de cuarzo, de rocas metamórficas y de feldespatos ocasionales. Raramente pueden verse cantos de cuarzo de varios centímetros de diámetro. La matriz es escasa o ausente.

Se presentan en bancos de hasta 5 m. de espesor o en gruesas capas alternando con delgadas intercalaciones margosas. Aparecen también tramos margosos donde las areniscas quedan subordinadas. El espesor total del conjunto puede estimarse superior a los 200 m.

Estructura.— Geoestructuralmente este grupo corresponde a otra de las unidades alóctonas que componen la región — Unidad de Aljibe, Didón (1.961).— Suelen presentar intercalaciones de margas del grupo 312 a, que equivalen a planos de deslizamiento merced a los cuales la serie de este grupo se ha repetido varias veces según sucesivas escamas cabalgantes hacia el Oeste. (Ver foto 8).

Así puede verse en la región de Jimena de la Frontera, donde la serie aparece seguramente volcada en el mismo sentido y buzando 30 a 50° al Este.

Comportamiento.— Este conjunto es resistente a la erosión y da lugar a una serie de alineaciones montañosas. Presenta una permeabilidad secundaria por fisuración y diaclasadado. Drenaje superficial bueno, en función de las fuertes pendientes a que dá lugar. Es no ripable y muy estable, sin problemas geotécnicos que destacar. Los taludes subverticales observados aparecen estables. Cabe señalarse la posibilidad de desprendimiento y caída de bloques desgajados de la roca, o bien, el deslizamiento de una masa importante en aquellos casos en que los posibles taludes artificiales que puedan realizarse sobre este grupo, tengan una pendiente en el mismo sentido y mayor que la de las capas que se corten, ya que en estos casos las intercalaciones margosas pueden actuar como planos de deslizamientos. Se han observado taludes naturales y artificiales subverticales estables de hasta 10 m. de altura.



Foto 8. Vista de las areniscas del Aljibe (313b) en las inmediaciones de El Colmenar.

FLYSCH MARGO—ARENISCO DE LA UNIDAD DE ALGECIRAS (310)

Este grupo junto con el 313b, son los que ocupan una mayor extensión dentro de la Zona 1, aunque existen pocos puntos donde puedan observarse buenos afloramientos, ya que normalmente aparecen cubiertos por un coluvial con desarrollo variable (C3) ya descrito anteriormente.

Litología.— Este grupo está constituido fundamentalmente por una alternancia de arcillas y margas arenosas. Las arcillas presentan tonalidades pardo—rojizas, presentan alto contenido en carbonatos y por lo general son blandas y deleznales. Las margas son de colores claros, apareciendo algo más compactas que las arcillas. Los tramos arenosos están constituidos por areniscas de grano fino, naturaleza silíceo, y de colores pardo—rojizos. El cemento es por lo general silíceo. Aparecen estratificados en lechos de potencia variable.

Las calizas son algo arenosas, y de tonos oscuros (Foto 9).

La potencia de esta unidad es imposible de evaluar en virtud de su estructura y naturaleza alóctona, puede estimarse sin embargo como superior a los 100 m.

Estructura.— Este grupo corresponde a una de las unidades alóctonas definidas por Didón (1.961) y que dieron lugar al conjunto "Ultrabético" del Campo de Gibraltar. Su estructura interna presenta en ocasiones un apretado replegamiento como el que aparece en la foto 9. Formación algo fracturada con dirección N70°E.

Comportamiento.— Conjunto erosionable, si bien presenta casos de erosión diferencial. Impermeable con drenaje superficial bueno, la acción de las aguas de escorrentía puede producir al erosionar los taludes formas y canales como los de la foto 9. Se han observado problemas de inestabilidad en la carretera de Gaucín a Jimena de la Frontera como el que aparece en la fotografía 10, no obstante, estos fenómenos de deslizamiento están ligados principalmente al coluvión superficial (C3) que recubre este grupo, ya que de no estar alterado presenta una cierta estabilidad y consistencia en virtud de la estratificación que posee. De esta forma, se han observado taludes naturales estables M 60° y artificiales inestables M 70°.



Foto 9. Repliegues en el seno del grupo 310. Ctra. Jimena de la Frontera a Gaucín.



Foto 10. Inestabilidad del grupo 310. Ctra. de Jimena de la Frontera a Gaucín.

ARCILLAS Y FLYSCH GRAUVAQUICO DE LAS UNIDADES DEL ALJIBE, ESTEPONA Y CAMAROTE (312 a).

Este grupo aparece también con un gran desarrollo dentro de la Zona 2, encontrándose retazos del mismo dentro de la Zona 3. Se apoya pues sobre gran número de materiales diversos en edad y litología, siendo así un grupo con gran repartición regional. Es fácilmente detectable y cartografiado en todos los casos en que aparece, gracias a su litología arcillosa y color marrón característicos.

Litología.— Aparece este grupo con dos tipos litológicos distintos. Normalmente y casi siempre corresponde a un conjunto de arcillas y niveles margosos con colores pardo-marrón y gris-verdoso respectivamente, siendo lo más frecuente que aflore como una masa arcillosa marrón y homogénea en la que no son visibles restos de estratificación. Otra facies menos frecuente es cuando aparece como una alternancia de areniscas grauváquicas en lechos de hasta 0,2 m, con margas intercaladas (foto 11). Las capas de grauvacas presentan moscovita abundante.

En la base estratificada de este grupo puede verse como pasa gradualmente a las "capas rojas" del Cretácico (230) mediante una alternancia de arcillas rojas y margas blancas (foto 12). El espesor total puede estimarse como superior a los 100 m.

Estructura.— Por tratarse de una unidad alóctona, presenta una estructura en muchos casos caótica e irregular, hasta el punto de haberse perdido la continuidad de los horizontes sedimentarios originales. Así la dirección y buzamiento de sus capas, cuando estas son observables, son muy variables.

Corresponde al último manto de cabalgamiento, que debió de deslizarse sobre todos los anteriores, hecho que se deduce de la existencia de numerosos retazos (klippes tectónicas) dejados por la erosión y que descansan como ya hemos dicho sobre materiales de variada edad y naturaleza.

Comportamiento.— Conjunto muy erosionable, con permeabilidad nula o muy escasa. Presenta numerosos casos de deslizamiento a todas las escalas. Es en el seno de este grupo donde se han delimitado y cartografiado

grandes deslizamientos antiguos, probablemente generados durante las últimas glaciaciones, algunos de los cuales han sido parcialmente erosionados.

El curso del río Guadiaro quedó desviado en varios lugares como resultado de estas grandes avalanchas que llegaron hasta el fondo de los valles. No se descarta la posibilidad de participación sísmica en la génesis de estos fenómenos, simultáneamente con épocas o



Foto 11. Flysch Grauváquico-Pelítico (312a). 1 km. al este de Ronda.

temporadas lluviosas. Al respecto hay que destacar la existencia de numerosos casos de deslizamientos análogos a los de las fotos 13, 14, 15 y 16, generados durante el invierno 1976–77 y que han podido ser observados antes de ser modificados por la erosión natural o antrópica.



Foto 12. Alternancia de Margas y Arcillas (312a) en el río Guadiaro frente a la Cueva del Gato.



Foto 13. Concha y lengua de deslizamiento en el seno de un talud artificial del grupo 312a. Ctra. local de Ronda a la estación de Benaoljan.



Foto 14. Gran concha de deslizamiento en el seno del grupo 312a.
Ctra. local de Gaucín a Casares.



Foto 15. Caso análogo a la foto 14 en la misma carretera.



Foto 16. Deslizamiento en el grupo 312a.

Con pendientes inferiores incluso a 30° se llegan a producir deslizamientos en los taludes.

Las laderas naturales observadas no tienen un perfil de equilibrio y en su superficie pueden verse montículos y hondonadas, que indican como estas laderas evolucionan mediante fluidificaciones y deslizamientos momentáneos y localizados, y solo durante las épocas lluviosas y no por otros fenómenos como procesos de arroyada difusa, lineal, por creeping, etc.

CAPAS ROJAS DE JIMERA DE LIBAR (230)

Este grupo aparece más ampliamente repartido en la Zona 2, donde será estudiado.

CALIZAS DE BENAJOJAN (220c)

Este grupo aparece más ampliamente representado en la Zona 2, donde será estudiado.

3.1.4. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona

Dentro de esta Zona pueden delimitarse dos áreas con comportamiento y problemas geotécnicos distintos. Estas dos áreas corresponden a las dos sub/zonas definidas en el apartado sobre geomorfología y tectónica. La primera de ellas y más extensa se sitúa hacia occidente de la línea El Colmenar – Jimena de la Frontera. En ella aflora, ocupando la mayor parte de su superficie, el grupo 313b en el que solo son previsibles algunos pequeños desprendimientos locales. En general por ser un grupo litológico resistente y estable no plantea otros problemas geotécnicos. Entre este grupo afloran estrechas bandas arcillosas (312a) en el seno de las cuales sí se han observado deslizamientos en masa activos, que habría que tener en cuenta ante futuras obras viales. Esta subzona presenta un relieve un poco abrupto y resistente a la erosión y los trabajos sobre el grupo 313b requerirían el empleo de explosivos.

La subzona situada hacia oriente de la línea mencionada, El Colmenar—Jimena de la Frontera, está constituida por grupos litológicos blandos y fácilmente ripables, muy erosionables y que han dado lugar a un relieve de suaves lomas. Como contrapartida son terrenos inestables, donde los procesos de abarrancamiento y de deslizamiento en masa son frecuentes. Las obras viales que se realicen sobre los mismos tendrán que ir acompañadas de las obras necesarias para prevenir estos problemas: muros de contención, terraplenes con materiales suficientemente permeables, buen sistema de drenaje, etc.

El aluvial del río Guadiaro al Sur de S. Pablo de Buceite alcanza un desarrollo importante, por lo cual se necesitarían estructuras de bastante longitud para poder ser cruzado por las vías de comunicación.

Los corredores de trazados más aconsejables corresponden a los itinerarios seguidos en la actualidad por el ferrocarril, Madrid—Algeciras, que marcha siguiendo el valle del río Guadiaro y por la carretera de Ronda a Algeciras.

Sin embargo ambos itinerarios plantearían importantes problemas geotécnicos, frente a posibles obras viales de envergadura, como autopistas, etc., en especial en algunos tramos situados dentro de las Zonas 2 y 3 que veremos más adelante.

3.2. ZONA 2: SIERRAS DE LIBAR Y SERRANIA DE RONDA

3.2.1. Geomorfología y Tectónica

En esta Zona quedan englobados la mayor parte de los afloramientos calizos y dolomíticos existentes en el Tramo. Lo característico de esta Zona serán las calizas o dolomías y el karst.

Los distintos grupos calizos de esta Zona y que veremos más adelante, pertenecen a dos ámbitos tectónicos distintos que son: El Alpujárride no metamórfico de la Unidad Bética y el Mesozoico de la Unidad Subbética. Ambos dominios tectónicos pueden definir además dos subzonas dentro de la Zona 2, ya que el dominio subbético es calizo margoso y da lugar a una topografía con grandes desniveles (Sierras de Libar), en tanto que el dominio bético es dolomítico y de topografía algo más uniforme aunque a cotas muy elevadas sobre el nivel del mar (Llanos de Nava y Sierra de las Nieves). El conjunto de ambas subzonas, o Zona 2 completa, corresponde a la Serranía de Ronda propiamente dicha.

La Morfología de la Subzona correspondiente al dominio subbético, se caracteriza, como ya se ha indicado, por los grandes desniveles. Las calizas Jurásica (220c) dan lugar a las alineaciones montañosas (fotos 29, 37 y 38) en tanto que el Cretácico, el Keuper y el Muschelkark, calizo—margosos todos ellos, suelen dar lugar a zonas más deprimidas.

Como ya se adelantó en la introducción, los distintos mantos que forman el Subbético han sido plegados con posterioridad a su movimiento, de forma que las alineaciones montañosas orientadas de NE a SO no son más que los sucesivos flancos de los grandes pliegues generados con esta misma orientación. El río Guadiaro corre a lo largo del eje de un sinclinal, en tanto que el pueblo de Montejaque se sitúa en la charnela de un anticlinal erosionado (relieve invertido incipiente) adyacente al sinclinal mencionado.

En general este plegamiento no es ni muy regular ni muy apretado y no condiciona la morfología fuera de la Zona de las Sierras de Libar.

La extensa zona de afloramientos del Muschelkark, situada al este de Ronda, presenta un modelado de suaves lomas sin un control estructural definido, pese a que la serie aparece plegada según una dirección NNE—SSO.

El dominio bético dentro de esta Zona 2, se caracteriza como ya hemos dicho por poseer una topografía más uniforme, la cual deriva de la estructura geológica existente. Esta puede asimilarse a una disposición tabular y subhorizontal de los distintos mantos y unidades dolomíticas autóctonas. No obstante también se encuentran inclinaciones de capas y de superficies de cabalgamiento de hasta 50° (fotos 33 y 34). Así pues, también en ésta subzona se produjo plegamiento — no tan patente y claro como en el dominio subbético — con posterioridad al movimiento de los mantos. En el límite occidental de esta subzona el Alpujárride metamórfico cabalga al Alpujárride calizo (foto 34), ocurriendo aparentemente lo contrario en su límite oriental. Así, se encuentran al sur de Ronda “klippes” de filitas, equivalentes a restos dejados por la erosión, del Alpujárride metamórfico, descansando sobre los mantos dolomíticos.

El contacto entre las subzonas aquí mencionadas corresponde al contacto o frente de cabalgamiento del Bético sobre el Subbético y que topográficamente da lugar a un gran escarpe señalado en el esquema geomorfológico del plano 2. También puede verse en la figura 2.4. de Unidades tectónicas. Este escarpe es más patente hacia oriente donde el cabalgamiento pone en contacto las calizas y dolomías resistentes a la erosión, del Bético, con el cretácico calizo margoso y más blando, del Subbético.

Las arcillas eocenas se encuentran también como “klippes” tanto en el dominio Bético como en el Subbético de la Zona 2.

Los fenómenos kársticos tienen un gran desarrollo. Ejemplos representativos son Las Cuevas del Gato y de Pileta, ambas con abundantes restos arqueológicos y situadas en las proximidades de Benaolan y Montejaque. En esta última localidad existe una presa construida sobre las calizas Jurásicas a pocas decenas de metros aguas arriba del sumidero o

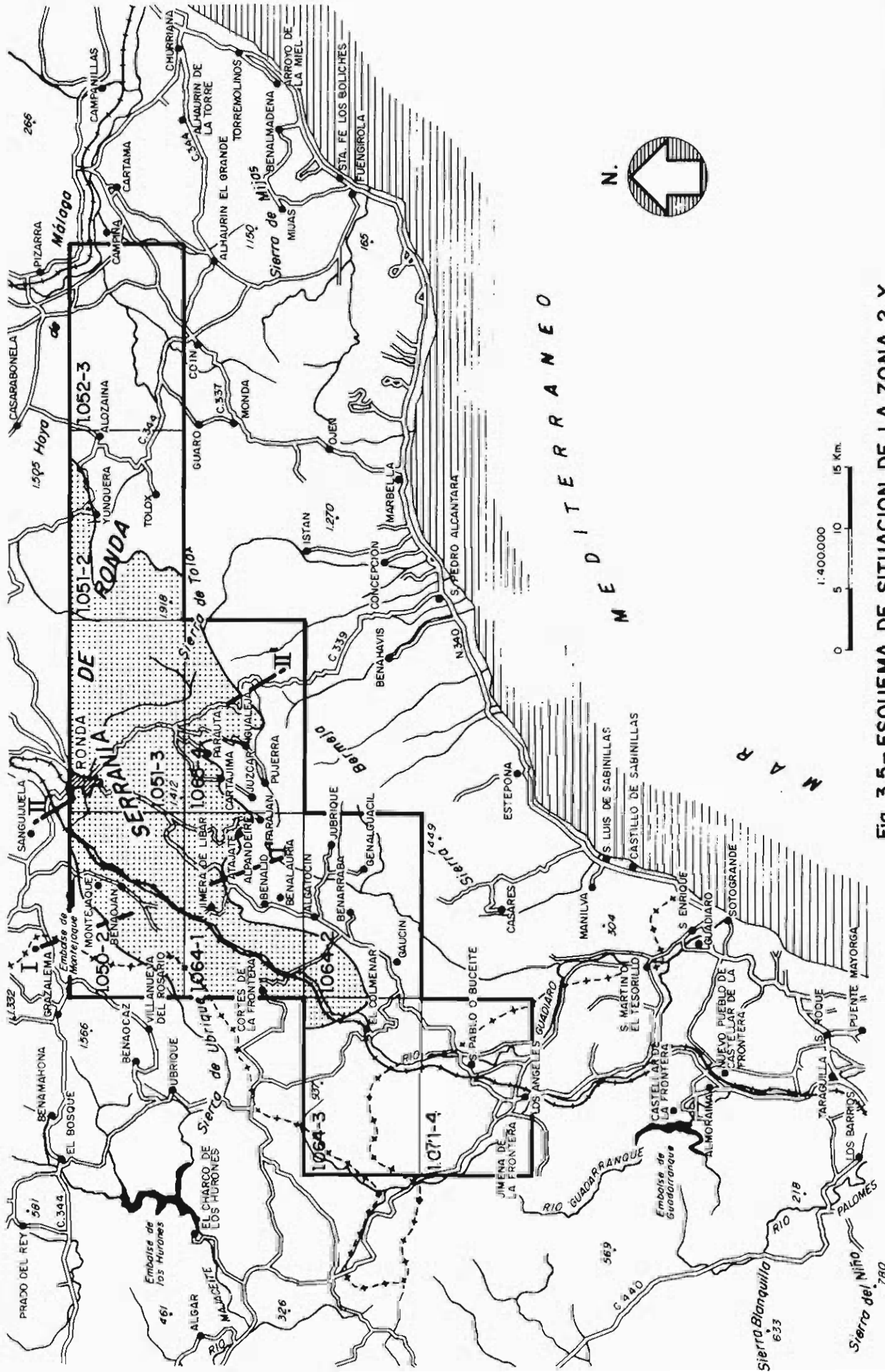


Fig. 3.5- ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 2 Y SITUACION DE LOS CORTES I-I' y II-II'

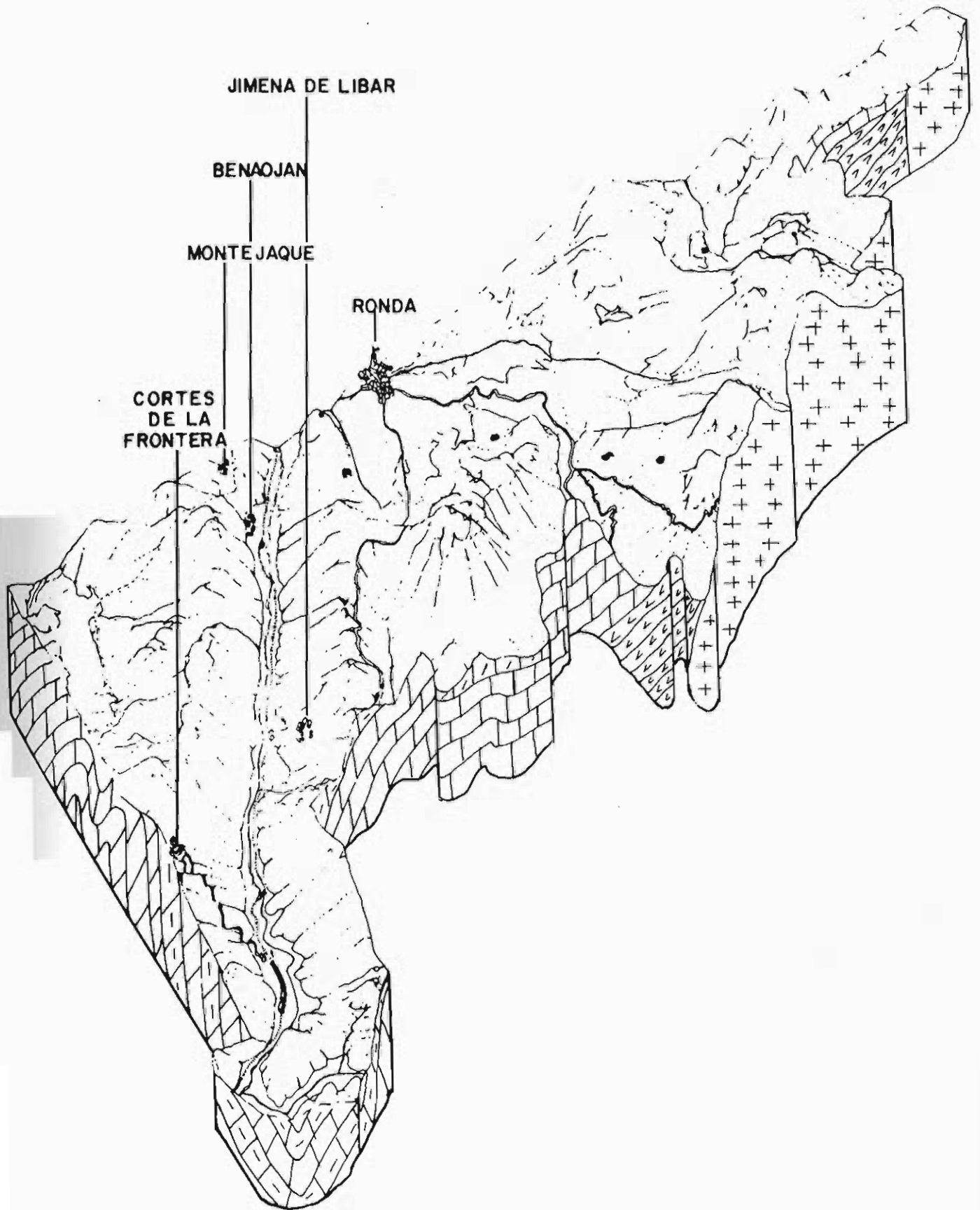


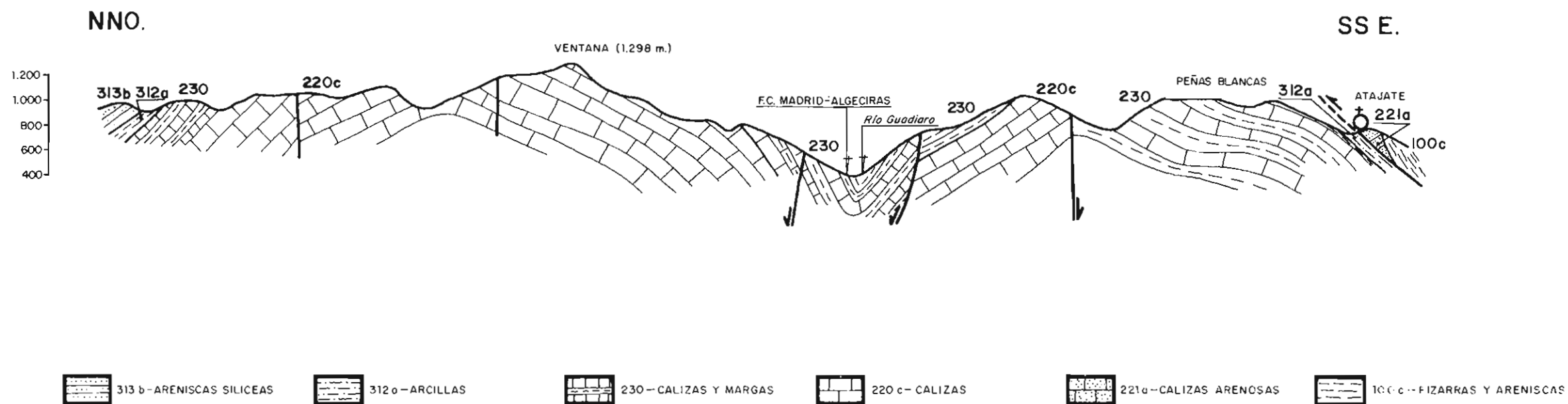
FIG-3-6 BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 2

dolina de entrada a la cueva del Gato, presa que nunca llegó a embalsar agua dada la elevada permeabilidad por fisuración que poseen las calizas (foto 39).

En la Sierra de Las Nieves y Llanos de la Nava son incontables las fisuras, simas y pequeñas dolinas existentes.

Por último dentro del dominio Subbético de esta Zona 2, se encuentran las molasas del Mioceno—Plioceno de Ronda. Sola una pequeña parte de la superficie de su afloramiento queda dentro del Tramo estudiado. Constituyen una superficie estructural con inclinaciones de hasta 40° al sur de Ronda debido al plegamiento tardío que también han sufrido estos materiales. Esta superficie estructural aparece cortada en la región de Ronda por acantilados verticales muy pintorescos, como el del famoso Tajo de Ronda. La figura 3.6 muestra un bloque diagrama de la zona.

CORTE I-I'



CORTE II-II'

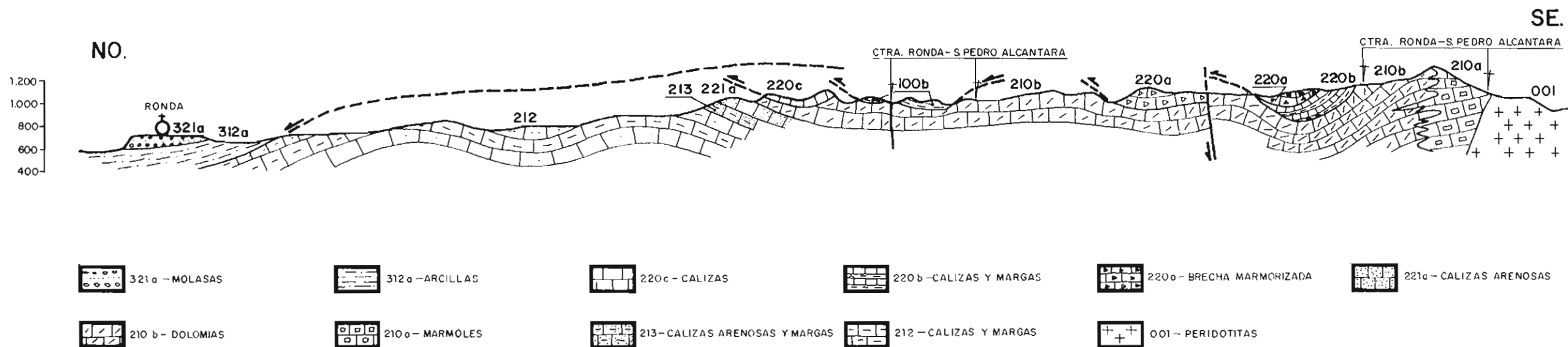

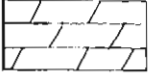
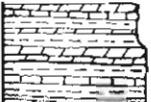

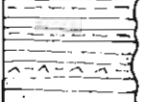



Fig. 3.7- ESQUEMAS DE LOS CORTES LITOLÓGICO-ESTRUCTURALES DE LA ZONA 2

3.2.2. Columna estratigráfica

En la columna que a continuación se establece vienen señalados los distintos grupos litológicos y geotécnicos definidos en la Zona.

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	GRUPO GEOTECN	GRUPO LITOLÓG		
	H	A2	Aluvial arcilla limosa con cantos redondeados y heterométricos de cuarzo y caliza.	CUATERNARIO
	H	T2	Gravas de cantos de caliza, grauvaca, areniscas y rocas oscuras, con matriz limo-arenosa.	CUATERNARIO
	H	V1	Eluvial arcilla-margosa con cantos de areniscas y grauvacas.	CUATERNARIO
	H	V2	Eluvial margo-arcillosa con cantos de caliza y dolomía.	CUATERNARIO
	G	C1	Coluvial constituido por arcillas y escasos cantos de areniscas silíceas y grauvacas.	CUATERNARIO
	G	C6	Arcillas de decalcificación que empastan bloques calizos.	CUATERNARIO
	G	CV1	Arcillas pardo-marrones con cantos y grandes bloques de arenisca, caliza y dolomías. Estructura caótica.	CUATERNARIO
	G	CV2	Margas y arcillas grises y rojas, con bloques y cantos angulosos de calizas y dolomías.	CUATERNARIO
	E	321a	Molasas de grano grueso, cuarzo, pizarra, grauvaca y feldespatos. Brechas y conglomerados calizos.	MIOCENO-PLIOCENO
	F	312 b	Arcillas y margas homogéneas, masivas sin estratificación visible con bloques aislados de arenisca.	EOCENO
	F	312 a	Arcillas masivas pardo-marrones, blandas y deleznales. Tramos flyschoides con capas grauváquicas.	EOCENO
	D	230	Calizas, calizas margosas y margas, estratificadas en finas capas. Colores rosados y rajizos.	CRETACICO
	C	220c	Calizas micríticas a microcristalinas de color beige.	JURASICO
	C	220 a	Masa calizo-dolomítica, textura brechaide.	JURASICO
	D	220b	Calizas negras, fétidas y bandeadas, alternando con intercalaciones pizarrasas.	JURASICO
	C	221a	Calizas de color beige oscura, arenosas y brachificadas.	LIAS

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	GRUPO GEOTECN.	GRUPO LITOLÓG.		
	C	210b	Dolomías de color beige oscuro, micríticas, con núcleos de recristalización.	RETO-LIAS
	C	210a	Mármoles blancos, microcristalinos con brechificación intensa en algunos lugares.	RETO-LIAS
	D	213	Calizas limolíticas y limoníticas con tromos de margos y arcillas rojas y pardas intercalados.	KEUPER
	D	212	Calizas de color gris oscuro, arcillos grises, calizas tableadas, brechas intraformacionales y carnialos.	MUSCHELKALK
	D	211	Areniscos abigarrados, algo feldespáticas y mascavíticas. Arcillas grises y rojas.	BUNTSANDSTEIN
	D	100c	Pizorras y esquistas pardo-verdosos, grouwacas, areniscos y calizas arenosas, niveles de areniscos y conglamerados.	PALEOZOICO INDIFERENCIADO

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	GRUPO GEOTECN	GRUPO LITOLÓG		
	D	100b	Filitas negras, pizarras, esquistos sericiticos y esquistos cuarcíticos.	PALEOZOICO INDIFERENCIADO
	B	100a	Gneises cuarcíticos de grano fino constituidos por cuarzo, moscovita, biotitas, feldespatos y granates.	PALEOZOICO INDIFERENCIADO

3.2.3. Grupos litológicos

ALUVIAL DEL RIO GUADIARO Y ARROYO DE LA TOMA (A2)

Litología.— Constituido por pequeños bloques y cantos heterométricos, subangulosos y poligénicos, de areniscas silíceas, grauvacas moscovíticas, calizas y dolomías. Aparecen empastados en una matriz no muy abundante arcillo limosa. Esta matriz ha sido lavada en la superficie de la formación, como puede verse en la foto 17.



Foto 17. Aspecto en superficie del Aluvial – A2.

La potencia aproximada del mismo puede estimarse entre 1 y 4 m.

Comportamiento.— Se trata de un material erosionable, con permeabilidad media a alta, buen drenaje superficial y profundo. Ha sido explotado para la extracción de áridos en algunos puntos, siendo sus reservas bastante limitadas.

TERRAZA DEL ARROYO DE LA LOMA (T2)

Litología.— Aparece constituida por cantos y pequeños bloques subredondeados, heterométricos con diámetros de hasta 30 cm., de calizas, grauvacas, areniscas arcólicas, empastadas en una matriz limo—arenosa, con cementación carbonatada variable, según los distintos niveles. Los colores son rojizos y pardos. Presenta una estructura en lentejones y discontinua y su base aparece discordante y rellenando paleocauces excavados en el seno del grupo 312a (fotos 18 y 19). Su afloramiento ocupa una superficie muy restringida y el espesor puede estimarse entre 1 y 4 m.

Comportamiento.— Conjunto erosionable de permeabilidad alta, con drenaje superficial deficiente debido a la topografía llana a que da lugar este grupo. Se observan taludes artificiales estables de 0—5 m. de altura y pendientes de 60°.

ELUVIAL DE LOS LLANOS (V1)

Aflora únicamente 2 km. al este de Ronda en un área de aproximadamente 1 km². Ocupa una superficie llana a una cota similar a la del techo o parte alta de las molasas Miocenas—Pliocenas de Ronda, por lo cual esta pequeña llanura puede ser interpretada

como un resto de una antigua superficie de erosión que iría a enlazar con la superficie de colmatación en el borde de la cuenca de las molasas citadas.



Foto 18. Aspecto de la Terraza T2 medio kilómetro al Este de Ronda.



Foto 19. Paleocauces en la base del grupo T2.

Litología.— De este grupo no hemos encontrado perfiles naturales o artificiales por lo cual su descripción será algo interpretativa. Por apoyarse y derivar de los grupos 212 y 211 que veremos más adelante, se trata de un eluvial arcillo—margoso con cantos angulosos dispersos de areniscas moscovíticas, grauvacas y calizas. La potencia puede estimarse entre 1 y 3 m.

Comportamiento.— Conjunto erosionable y fácilmente ripable, con drenaje superficial dificultoso debido a que ocupa, una zona llana, en la cual se han observado áreas de encharcamiento. Los taludes artificiales que pudieran realizarse deberían tener presumiblemente una pendiente inferior a los 40°.

ELUVIAL DE FONDO DE VALLE DE LOS MACIZOS KARSTICOS (V2)

Así hemos designado diversas manchas de eluvial existentes dentro de la Zona 2, que aparecen rellenando el fondo plano de diversos valles y de depresiones cerradas de los macizos kársticos. Estos eluviales han resultado de los productos de decalcificación de las calizas, o del pequeño arrastre hasta el fondo de estos valles de los detritus derivados de la meteorización de dicho material. En ocasiones se emplazan sobre o en relación con afloramientos aislados de grupos algo margosos (230 y 220b) existentes sobre los mantos calizo—dolomíticos.

Litología.— Eluvial margo arcilloso con cantos angulosos de calizas y dolomías, a veces inexistentes, con colores ocres a rojos. El espesor puede alcanzar los 3 m.

Comportamiento.— Conjunto de erosionabilidad alta, permeabilidad baja a media. Drenaje superficial nulo o escaso, con infiltración en profundidad por ocupar, como decimos, zonas llanas deprimidas. Se han observado taludes artificiales estables B 60°.

COLUVIAL DEL EOCENO ARCILLOSO (C1)

No es exclusivo de esta Zona encontrándose también en la zona 4. Normalmente es una formación de pequeño espesor y solo alcanza un espesor superior a los tres metros en algunas zonas de vaguada.

Litología.— Es un coluvial constituido casi exclusivamente por arcillas presentando escasos cantos angulosos de grauvacas y areniscas, de tamaño que no superan los 10 cm. de diámetro. El límite entre este coluvial y el substrato arcilloso del que deriva, no es fácil de fijar en muchos casos. Los espesores oscilan entre 1 y 4 m.

Comportamiento.— Es un conjunto muy erosionable, de permeabilidad baja, con drenaje superficial bueno y con problemas de deslizamiento análogos a los del substrato arcilloso, si bien no se observa un comportamiento diferencial al respecto, entre ambos. Los taludes artificiales que cortan al coluvión y al substrato, son inestables también para ambos, produciéndose el deslizamiento del conjunto (fotos 13, 14, 15 y 16).

COLUVIAL ARCILLOSO DE LA BRECHA DE LA NAVA (C6)

Sobre el grupo 220a — brecha dolomítica de la Nava — se desarrolla, localmente y en las inmediaciones de Faraján, un coluvión arcilloso derivado de la decalcificación de las dolomías.

Litología.— Arcillas muy plásticas de color pardo oscuro que contienen algunos fragmentos dolomíticos angulosos empastados en su seno. La base de este coluvión es una superficie irregular, ya que rellena el karst desarrollado sobre dolomías, tal como puede verse en la foto 20, en su ángulo superior izquierdo. La potencia del mismo oscila entre 0 y 4 m.

Comportamiento.— Conjunto muy erosionable con pequeños abarrancamientos, de permeabilidad media a baja y buen drenaje superficial.

Se observaron taludes naturales estables B 50°.



Foto 20. Base del Coluvión C6 que rellena la superficie karstificada del Grupo 220a, en Farajan.

GRANDES DESLIZAMIENTOS ANTIGUOS DE LA CUENCA DEL RIO GUADIARO (CV1)

Sobre el grupo 312a aflorante dentro de la Zona 2, se han contabilizado hasta una decena de grandes lenguas de deslizamientos que afectan en ocasiones, a una superficie de más de 1 km². Uno de estos deslizamientos puede observarse desde Ronda, aguas abajo y a la izquierda del Tajo de Ronda.

El origen de estas masas ha de derivar de épocas pasadas más lluviosas que las actuales, posiblemente de las últimas glaciaciones.

Litología.— Arcillas de color pardo y marrón con bloques y cantos angulosos de litología variable según los grupos litológicos vecinos al deslizamiento predominando en cada caso las areniscas, calizas y dolomías. El conjunto presenta una estructura caótica (foto 21) y el espesor puede ser estimado como menor de 30 m.

Comportamiento.— Corresponde al de una erosionabilidad alta, permeabilidad muy baja y drenaje superficial bueno. Sus taludes artificiales y naturales son inestables para una pendiente de 30°. En el seno de estos deslizamientos se observan a su vez pequeños deslizamientos en los taludes artificiales realizados (foto 22).

GRANDES DESLIZAMIENTOS ANTIGUOS DE LA SIERRANIA DE RONDA (CV 2).

El otro pequeño número de grandes deslizamientos observados, se han diferenciado de los anteriores por derivar de grupos margo-calizos (230 y 213), en zonas de fuerte relieve, y presentar por tanto, una composición un poco diferente.

Litología.— Margas y arcillas de tonos grises y rojos con bloques y cantos angulosos de calizas, margas y dolomías. La disposición de todo ello es caótica, (foto 23).

Comportamiento.— Conjunto altamente erosionable, impermeable, con buen drenaje superficial, ripabilidad alta o media y taludes naturales estables A 30°. Estos deslizamientos presentan una ligera mayor estabilidad que los del grupo CV 1 en virtud de su mayor contenido en bloques y cantos rocosos.



Foto 21. Aspecto caótico de las arcillas de un gran deslizamiento antiguo (CV 1) en la inmediaciones de Benaolan.



Foto 22. Taludes inestables en el seno del grupo CV 1 entre Ronda y Benaolan.

ARENISCAS Y CONGLOMERADOS DE RONDA (321a)

Litología.— Se trata de un grupo que presenta algunos cambios de facies ya que la parte de formación estudiada por nosotros corresponde precisamente a su borde de cuenca. Fundamentalmente se encuentran dos tipos de facies: molasas por un lado y brechas y conglomerados calizos por otro.

Las molasas son unas areniscas de grano grueso formadas por fragmentos de cuarzo, pizarra, grauwacas y feldespatos, subredondeados y de hasta 2 mm. de diámetro. Aparecen estratificadas en lechos delgados dando un aspecto tableado al conjunto (foto 24). En el seno de estos lechos se observan abundantes estratificaciones cruzadas.

Los conglomerados y brechas calizas se encuentran hacia los márgenes montañosos de esta unidad (foto 25); aparecen formados por bloques y fragmentos subangulosos a subredondeados de hasta 0,4 m. de diámetro, estando fuertemente cementados por carbonato cálcico, formando unidades masivas con escasos planos de estratificación, algunos de estos episodios alcanzan los 40 m. de espesor en el Tajo de Ronda (foto 26). En este lugar y tal como puede apreciarse en la izquierda de la fotografía, se da una facies local constituida por unas brechas y calizas tobáceas masivas y caóticas.

El espesor de la formación es máximo (100 m) bajo los edificios de Ronda acunándose en todos los sentidos y reduciendo su potencia a unos 20–30 m, la cual se mantiene de forma constante fuera del Tramo estudiado.

Estructura.— Esta formación aparece en posición horizontal o subhorizontal por ser postorogénica. Sin embargo al sur de Ronda aparece afectada por un pliegue de dirección NNE–SSO, en cuyos flancos las capas llegan a buzar hasta 40° (foto 25) al O y al E respectivamente. Esta unidad también ha sido ligeramente afectada por algunas fallas recientes de dirección E–O. Estas fallas presentan su labio hundido al norte y en nuestra opinión, una de ellas debió de ser activa durante la sedimentación de estos materiales, condicionando el engrosamiento de la formación hacia el norte, justamente a partir del Tajo de Ronda. En la foto 27 se observa la discordancia de este grupo sobre las arcillas eocenas del grupo 312a.

Comportamiento.— Conjunto de permeabilidad media a alta, con drenaje superficial bueno. Es resistente a la erosión y medianamente alterable en el caso de las facies de molasas y soluble para las facies calizas. No es ripable. Se observaron taludes verticales estables. El contacto de este grupo con el grupo 312 a suele ser una cornisa en la cual se producen desprendimientos. En resumen es un grupo litológico estable salvo en los casos mencionados.

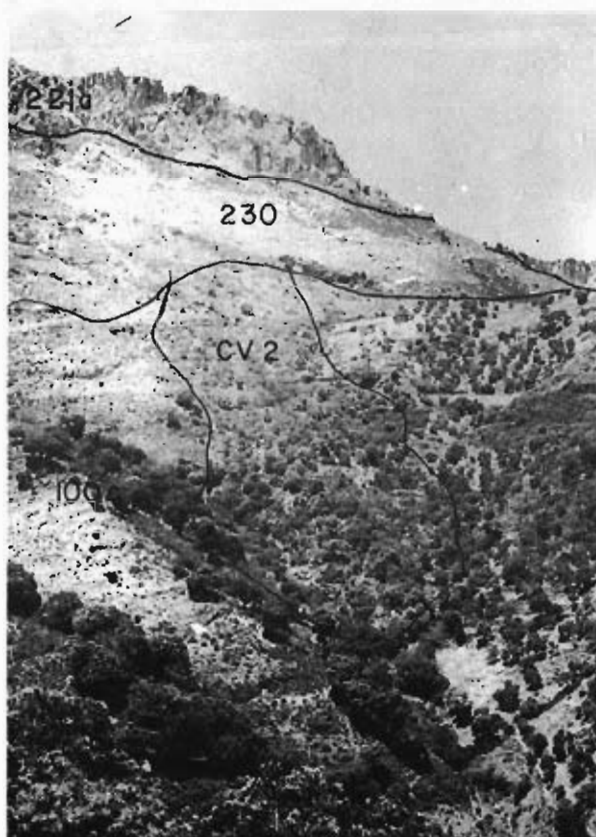


Foto 23. Lengua de deslizamiento al Este de Ronda



Foto 24. Moladas miocenas (321a) en la entrada al Tajo de Ronda.



Foto 25. Brechas calizas miocenas (321a) al Norte de Ronda.



Foto 26. Areniscas y conglomerados en Ronda (321a)

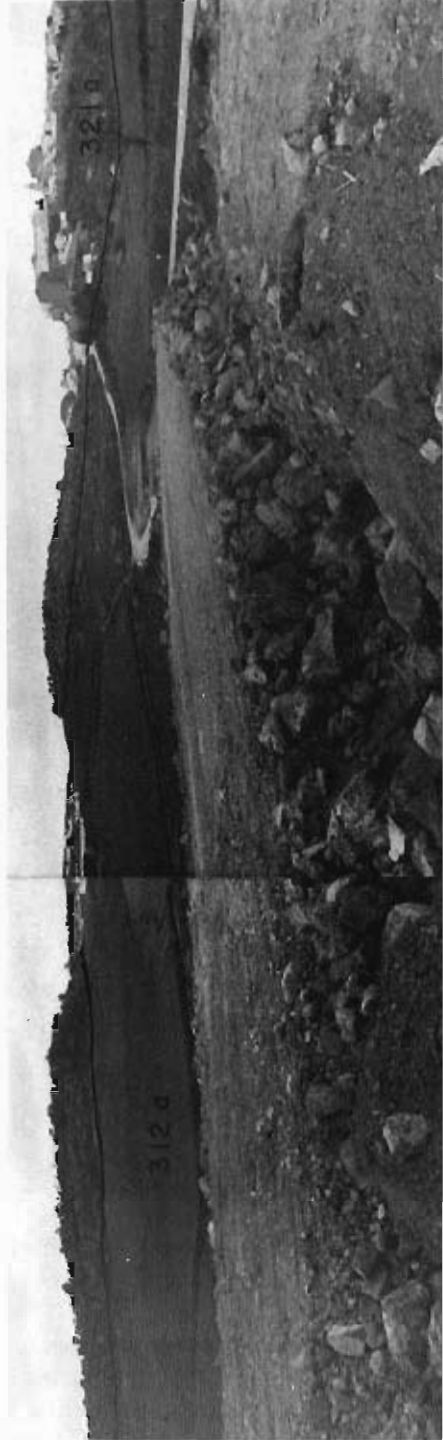


Foto 27. Grupo 321a, discordante sobre las Arcillas Eocenas 312a. En primer plano, obras de mejoramiento de la carretera a San Pedro de Alcántara a la salida de Ronda.

ARCILLAS Y FLYSCH GRAUVAQUICO DE LAS UNIDADES DEL ALJIBE, ESTEPONA Y CAMAROTE (312a)

Este grupo ha sido estudiado dentro de la Zona 1 donde aparece con mayor proporción de superficie de afloramiento.

MARGAS DEL RIO GRANDE (312b)

Grupo que se estudiará en la Zona 4 por aparecer más ampliamente representado en la misma.

CAPÁS ROJAS DE JIMERA DE LIBAR (230)

Sus afloramientos ocupan una gran extensión y quedan restringidos al dominio Subbético, apareciendo en contacto casi siempre con los grupos 220c (Jurásico) y 312a (Eoceno).

Litología.— Constituida por calizas y calizas margosas de colores grises a rojizos, estratificadas en lechos delgados y capas de geometría irregular y normalmente discontinuas, pero que dan un aspecto tableado al conjunto (foto 28).

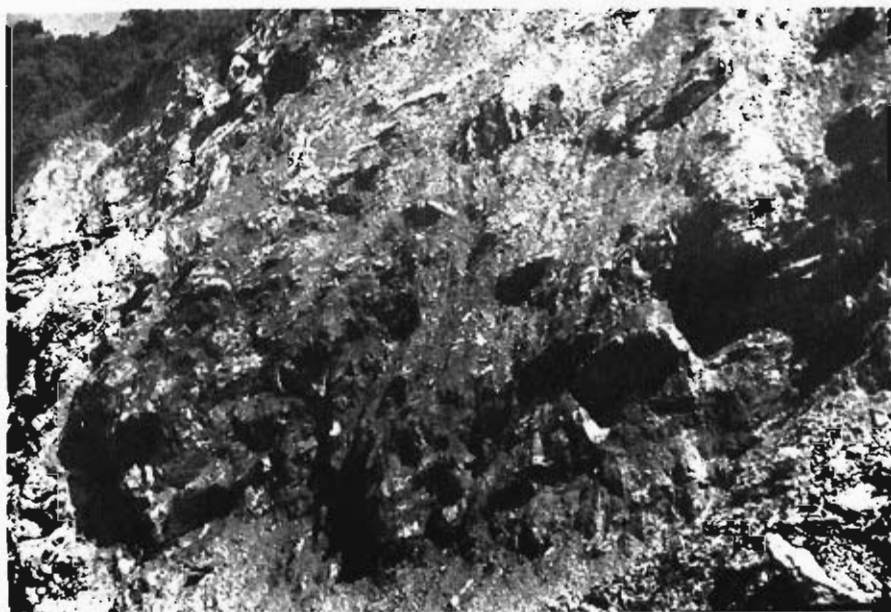


Foto 28. Grupo 230. Calizas y Margas, en la Ctra. de Cortes a Benaolan.

Estos materiales alternan con margas arcillosas que presentan colores rosas y blancos. En ocasiones existe una tendencia al agrupamiento dándose tramos de predominio calizo. Otras veces debido a la tectonización del conjunto, los niveles arcillosos se han reducido, apareciendo concentrados los niveles calizos dando lugar a masas calizas importantes.

Hacia oriente en los cuadrantes 1051 – 2 y 3 esta unidad aparece con una mayor proporción de calizas concentrándose las margas en algunos tramos bien delimitados. No sabemos si esto se debe a las causas tectónicas descritas o a un cambio de facies real. La potencia es muy variable y por término medio suele alcanzar los 200 m.

Estructura.— Esta formación aparece en muchos casos descansando sobre el Jurásico según un orden estratigráfico coherente. El contacto entre ambas unidades es sin embargo mecánico, en virtud de las diferencias de competencia de ambos grupos (fotos 29 y 30).

Las direcciones predominantes de las capas son NNE–SSO o NE–SO y los buzamientos variables.



Foto 29. Grupos 230 y 220c en la margen izquierda del río Guadiaro frente a Benaolan.



Foto 30. Contacto mecanizado de los grupos 220c y 230 en la Ctra. de Ronda – Algeciras.

Comportamiento.— Se trata de una formación con erosionabilidad y alterabilidad media, que da lugar a interfluvios y valles cuya forma se asemeja a la de las formaciones pizarrosas (foto 29). Ripabilidad nula y baja para los tramos margo—arcillosos. La permeabilidad es baja. Se han observado taludes artificiales inestables A 60° (foto 31) y taludes naturales estables A 40° . Se han visto, además, deslizamientos producidos a favor de los planos de estratificación.

Un estudio petrográfico de este grupo figura al final de esta memoria en el apéndice sobre petrografía.



Foto 31. Taludes artificiales en el Grupo 230. Ctra. de Benaolan a Cortes de la frontera.

BRECHA CALIZA DE LA NAVA (220a)

Litología.— Se trata de una masa calizo—dolomítica de aspecto marmóreo, homogénea y sin estratificación. Su textura es brechoide con colores de alteración grises en la mayor parte de los casos. Excepcionalmente aparece como una dolomita pura y masiva sin que se distinga su textura brechoide. Es microcristalina de color blanco en fractura fresca. Presenta ocasionalmente delgados niveles carbonosos. Por su textura aparece intensamente karstificada y disuelta en superficie, presentando numerosas cavidades más o menos rellenas de arcilla de decalcificación. El espesor de esta unidad es inferior a los 80 m.

Estructura.— Su estructura interna es masiva como ya dijimos. En conjunto aparece con buzamientos normalmente suaves o de hasta 50° como puede verse en las fotos 32 y 33.

Comportamiento.— Es una unidad de erosionabilidad baja, permeabilidad alta por fisuración, con drenaje en profundidad y no ripable.

Se han observado taludes verticales estables. En resumen se trata de un grupo geotécnico estable, donde podrían darse algunos hundimientos o desprendimientos por su alta fisuración y karstificación.

Un estudio petrográfico de este grupo figura al final de esta memoria en el apéndice sobre petrografía.



Foto 32. Contacto del Grupo 220a con el grupo 220b. Detalle de la foto 33.

CALIZAS MARGOSAS DE LA SIERRA DE LAS NIEVES (220b)

Litología.— Formación constituida por una serie de calizas fértidas de color negro, bandeadas por contenido diferencial de detríticos. Se presentan estratificadas en delgados lechos (foto 35) dando un aspecto tableado al conjunto. Existen además intercalaciones margosas y pizarrosas de color gris a ocre. Junto a esta disposición dominante aparecen intercalaciones de tramos de unos 15 m. de espesor, de bancos calizos de hasta 1 m. de potencia que presentan un bandeo interno. En otros tramos de la serie predominan calcoesquistos de aspecto satinado. El espesor puede ser evaluado como superior a los 150 m.

Estructura.— La unidad en su conjunto aparece sobre las dolomías del Retolías (210b.). Los buzamientos y direcciones de sus capas no siguen directrices definidas.

Comportamiento.— Conjunto de características análogas al grupo 230. Es medianamente erosionable, dando relieves más suaves que el resto del Jurásico. No ripable. Permeabilidad baja y drenaje superficial bueno. Se han observado taludes artificiales estables M 70° en los tramos de predominio calizo.

CALIZAS DE BENAOLAN 220c

Este grupo forma las mayores alturas dentro del dominio Subbético y en él se encuentran los fenómenos kársticos más relevantes de la región como son las cuevas del Gato y de Pileta.

Litología.— Son calizas micríticas o microcristalinas, de fractura concoidea y color beige en fractura fresca y gris blanquecino en superficie alterada. Ocasionalmente presentan pequeñas vetas y fisuras con recristalización de calcita. La potencia puede estimarse como superior a los 100 m, (foto 36).

Estructura.— Aparecen muy fisuradas y cortadas por planos de transposición y movimiento tectónico sincrónico al emplazamiento alóctono de las mismas. Esta tectonización ha obliterado la estratificación y estructuras sedimentarias originales (foto 37). En



Foto 33. Manto de la Brecha de la Nava (220a), sobre jurásico calizo margoso (220b), en la Ctra. a Igualeja, a 3 km. de esta localidad.



Foto 34. Alpujárrede metamórfico (Zona 3) cabalgando sobre alpujárrede calizo (Zona 2) a la izquierda y en el centro Parauta y Cartajima respectivamente, desde la Ctra. a Igualeja.



Foto 35. Calizas oscuras fétidas del grupo 220b en las cercanías de Yunquera.



Foto 36. Calizas jurásicas del grupo 220c en Benaolan.

otros casos la estratificación es perfectamente visible (foto 39) presentando buzamientos variables y direcciones preferentes próximas a la NE – SO.

Comportamiento.— Conjunto poco erosionable, con permeabilidad alta por fisuración y karstificación intensa de forma que el drenaje se realiza en profundidad. Es no ripable con taludes naturales estables A verticales. En algunos casos se observan desprendimientos de los cuales el más espectacular es el que aparece en las fotos 37 y 38. Estos desprendimientos suelen producirse a partir de los acantilados jurásicos favorecidos en ocasiones por la presencia del Cretácico margoso que suele aparecer en contacto con esta formación.

Un estudio petrográfico de este grupo figura al final de esta memoria en el apéndice sobre petrografía.



Foto 37. Calizas del Jurásico (220c) en Benaolan, en contacto con las margas del grupo 230 (Cretácico). A la izquierda puede observarse un gran desprendimiento.

DOLOMIAS BRECHOIDES DE LA SERRANIA DE RONDA (221a)

Este grupo presenta una superficie de afloramiento no muy extensa dentro de la Zona 2, apareciendo también dentro de la Zona 3 en el contacto entre el manto de Málaga y el Subbético.

Litología.— Se trata de unas calizas de color beige algo oscuro, arenosas en ocasiones, presentan una brechificación interna importante y muy intensa, en especial en los casos en que esta formación aflora justamente en la base o superficie de cabalgamiento del manto de Málaga, en cuyo caso llega a ser una auténtica milonita (foto 40), que se disgrega con facilidad.

El espesor de esta formación es mayor de 150 m.

Estructura.— Siempre aparece como una unidad masiva sin que se distingan los planos de estratificación.

La disposición del conjunto suele ser subhorizontal o con inclinaciones menores de 30° y según direcciones variables.

Comportamiento.— Conjunto de erosionabilidad baja, no ripable pero excepcionalmente ripable en el caso de la foto 41, donde la intensa trituración de la roca la hace explotable como árido. Posee una permeabilidad secundaria (fisuración) alta, con drenaje en profundidad. Se han observado taludes artificiales y naturales estables A 90°.



Foto 38. Detalle del desprendimiento de la foto anterior.



Foto 39. Embalse vacío de Montejaque y calizas jurásicas al fondo (220c), en el límite norte del Tramo.

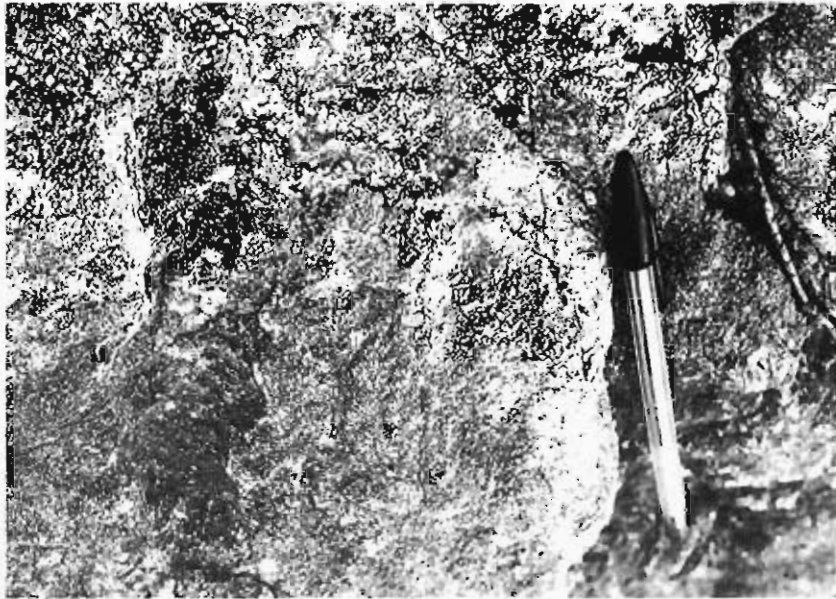


Foto 40. Detalle del grupo 221a, con una facies equivalente a una milonita de falla.

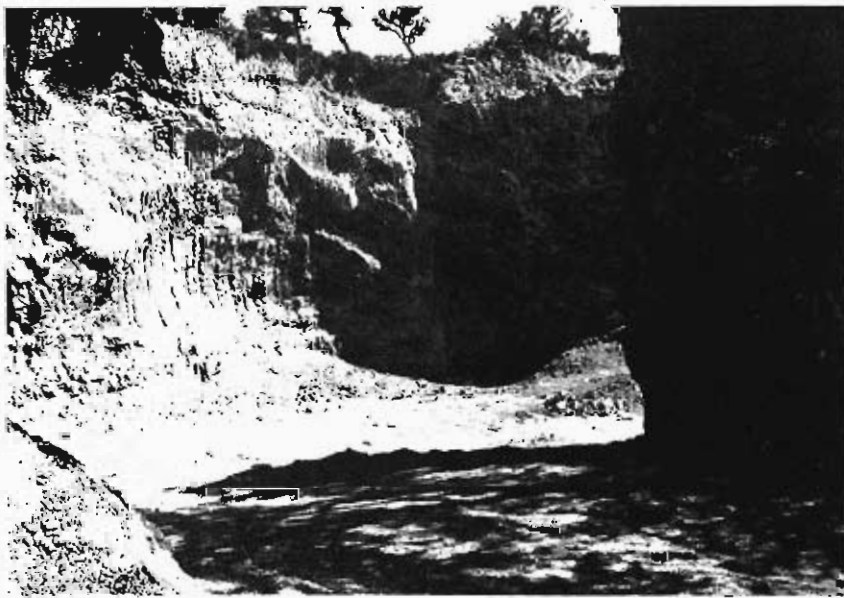


Foto 41. Cantera en el seno del grupo 221 a en las proximidades a Atajate.

Se trata de un conjunto muy apto para canteras y áridos de carreteras, habiendo sido utilizado con estos fines en varios lugares, (foto 42). Esta aptitud deriva de su dureza y de su cuarteamiento interno.



Foto 42. Pequeños frentes de explotación del Grupo 221a junto a la carretera de El Colmenar a Gaucín.

Un estudio petrográfico de este grupo figura al final de esta memoria en el apéndice sobre petrografía.

DOLOMIAS DE LA SIERRA DE TOLOX (210 b)

Este grupo ocupa la mayor parte de la superficie de afloramiento dentro del Alpujárrede no metamórfico.

Litología.— Son unas dolomías de color beige oscuro a grises, micríticas, con huecos y superficies de recristalización alrededor de los mismos, dando lugar a pequeñas geodas. Su color de alteración es el gris oscuro. También aparece como masas de color negruzco, fétidas, micríticas con abundantes vetas de recristalización de calcita. El espesor de esta unidad es superior a los 100 m.

Estructura.— Presentan una estructura interna masiva y homogénea, con brechificación y sin estratificación visible. La disposición del conjunto de esta formación, ya que los planos de estratificación no existen, es subhorizontal o con ligeras inclinaciones sin directrices definidas.

En la foto 34 puede observarse el paisaje kárstico y de gran aridez que origina este grupo.

Comportamiento.— Conjunto poco erosionable, no ripable, con permeabilidad secundaria (fisuración) alta y drenaje en profundidad. Se han observado taludes naturales y artificiales estables a 90°. Igual que el grupo 221a, presenta una aptitud grande para su uso como árido, dado que la trituración propia que posee, ahorra trabajos y costos de machaqueo. Está siendo utilizado en la actualidad para las obras de mejoramiento del trazado de la carretera de Ronda a San Pedro de Alcántara. Este grupo no presenta problemas de estabilidad ni de desprendimientos, dando lugar a taludes naturales y artificiales estables.

MARMOLES DE YUNQUERA (210a)

Este grupo es el resultado del metamorfismo de contacto sufrido por el grupo anterior 210 b. Aflora pues, en contacto con el plutón peridotítico y en la zona de Yunquera donde alcanza una gran extensión de afloramiento.

Litología.— Son mármoles blancos, macrocristalinos, masivos, con brechificación intensa en la zona de Yunquera. Ocasionalmente presenta restos de estratificación con tramos de calcoesquistos intercalados. El espesor de la formación es mayor de 100 m.

Un estudio petrográfico de este grupo aparece al final de esta memoria en el apéndice sobre petrografía.

Estructura.— En las fotos 43 y 44 puede verse como esta masa mármorea presenta planos de estratificación o posiblemente de foliación metamórfica.



Foto 43. Grupo 210a en contacto mecanizado con las peridotitas de Sierra Bermeja. Ctra. de San Pedro de Aleántara a Ronda.

Sin embargo en la zona de Yunquera estos mármoles aparecen muy brechificados y triturados.

La disposición del conjunto de esta formación es subhorizontal en Yunquera, y buzando 30 a 40° al NO a lo largo de su contacto con el macizo de rocas peridotíticas.

Comportamiento.— Conjunto poco erosionable. No ripable o medianamente ripable en la zona de Yunquera, donde la brechificación intensa ha permitido que estos mármoles sean explotados directamente para áridos sin previo machaqueo (foto 45). La permeabilidad es alta por fisuración, con drenaje en profundidad y formación de un karst. Se observaron taludes naturales y artificiales verticales de 5 a 20 metros de altura.

No aparecen problemas de inestabilidad o desprendimiento.

SERIE CLASTICO-CARBONATADA DE LA SERRANIA DE RONDA (213)

Este grupo ocupa una pequeña extensión de afloramiento. Se sitúa casi siempre según una posición estratigráfica coherente, es decir, entre el Muschelkalk y el Jurásico.

Litología.— Calizas limolíticas y limoníticas por su contenido variable en óxidos de hierro. Presentan colores amarillentos, marrones y rosados. La mayor parte de las veces son oquerosas y carniolares, apareciendo en capas de hasta 0,5 m, de potencia alternando



Foto 44. Contacto por falla normal entre el grupo 210a y 100a, en la Ctra. de Yunquera a Ajozaina.



Foto 45. Explotación para áridos de los mármoles de Yunquera (210a) en esta localidad.

con niveles de margas y arcillas rojas y pardas de 0,4 a 5 m. de espesor. En otros casos aparecen paquetes o tramos de calizas micríticas a microcristalinas, de color beige, estratificadas en capas de hasta 0,5 m. de potencia. La parte superior de la formación es predominantemente margosa, (foto 46) siendo caliza la inferior.

La potencia de esta formación no supera los 80 m.

Un estudio petrográfico de las calizas de este grupo figura al final de la memoria en el apéndice sobre petrografía.



Foto 46. Serie Clástico—Carbonatada (213) en su facies con tramos margosos en el cruce de las carreteras de Algeciras a Ronda y Farajan a Ronda.

Estructura.— El conjunto, con estratificación visible en todos los casos, presenta buzamientos de hasta 30° y direcciones variables.

Comportamiento.— Tiene un comportamiento análogo al del grupo 230, dada la similitud existente entre ambos. Conjunto de erosionabilidad media, ripabilidad baja a nula, permeabilidad media y drenaje superficial bueno. Se observan taludes artificiales estables B 70°, en los tramos calizos.

CALIZAS DE RONDA (212)

Grupo de afloramiento único y extenso, situado al este de Ronda.

Litología.— Corresponde a la de una serie carbonatada con tramos de distintas litologías. Unas veces son calizas microcristalinas a criptocristalinas, fétidas y de color gris oscuro, en capas de hasta 0,5 m. de potencia, o bien en tramos de calizas tableadas. Ocasionalmente aparecen: intervalos de arcillas grises de estructura masiva; brechas intraformacionales en lentejones de hasta 3 m. de grosor en su parte media; margas de color gris claro, estratificadas en finas capas (textura hojosa); también aparecen niveles de carnioles y calizas oquerosas en capas de hasta 2 m de potencia, aisladas e intercaladas en el resto de la serie, tal como aparecen en la foto 47. Así pues, este grupo presenta una variada litología calizo—margosa.

El espesor total de la serie puede superar los 200 m.

Un estudio petrográfico de las calizas de este grupo figura al final de esta memoria en el apéndice sobre petrografía.



Foto 47. Episodio de calizas carniolares en el seno del Muschelkalk
Ctra. de Ronda a S. Pedro de Alcántara.

Estructura.— La serie aparece plegada según una dirección dominante NNE – SSO, apareciendo las capas con buzamientos variables que oscilan entre unos pocos grados (foto 48) y 70 a 80° (foto 49).



Foto 48. Tramo margoso dentro del Muschelkalk. Ctra. a S. Pedro
de Alcántara en la salida de Ronda.



Foto 49. Tramo calizo con buzamientos fuertes. Obras de mejora del trazado de la Ctra. de Ronda a San Pedro.

Comportamiento.— El conjunto presenta una erosionabilidad baja o media, según las distintas litologías, una ripabilidad nula, permeabilidad secundaria alta, con drenaje en profundidad bueno.

Se encontraron taludes naturales y artificiales verticales, de 10 m. de altura, estables (fotos 47 y 49). En suma, es un grupo de gran estabilidad, donde solo serían posibles algunos deslizamientos a favor de los planos de estratificación en determinados taludes que pudieran realizarse.

ARENISCAS ABIGARRADAS DEL ARROYO GRANDE (211)

Este grupo aparece en un único afloramiento en contacto con el Muschelkalk (212), ocupando una pequeña superficie.

Litología.— Areniscas abigarradas de tonos púrpura, verdosos y amarillentos, algo feldespáticas y moscovíticas. Aparecen estratificadas en lechos y capas de hasta 0,5 m. de espesor, agrupadas en tramos, entre los que se intercalan arcillas grises y rojas con alguna pequeña cantidad de yeso (foto 50).

El espesor total puede estimarse en 100 m.

Un estudio petrográfico de las areniscas de este grupo aparece al final de esta memoria en el apéndice sobre petrografía.

Estructura.— Sus capas aparecen con direcciones y buzamientos variables que normalmente no pasan de un ángulo de 30°.

Comportamiento.— Conjunto de erosionabilidad media, no ripable o ripable en algunos casos, según los distintos tramos. Permeabilidad baja, con un buen drenaje superficial. Se observaron taludes naturales B 40° estables. Para este grupo son predecibles fenómenos de deslizamiento a favor de los tramos margosos.

GNEISES DE JUBRIQUE (100a)

Grupo estudiado en la Zona 3 por su mayor representatividad en la misma.



Foto 50.— Tramo arcilloso, dentro de las areniscas abigarradas del grupo 211, 1 km al este de Ronda.

FILITAS Y ESQUISTOS DEL RIO GENAL (100b)

Grupo estudiado en la Zona 3 por su mayor representatividad en la misma.

PIZARRAS Y GRAUVACAS DEL MANTO DE MALAGA (100c)

Grupo estudiado en la Zona 3 por su mayor representatividad en la misma.

3.2.4. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona

Dentro de la Zona 2 pueden configurarse hasta tres dominios o más bien habría que hablar de tres casos esenciales de comportamientos geotécnicos distintos. Estos tres casos tienen una distribución espacial compleja, entremezclándose unos con otros e imposibilitándonos el establecer distintos dominios al respecto, tal como se hizo para la Zona 1.

El primer caso corresponde al Eoceno arcillo-margoso, (grupo 312a), el segundo corresponde a las zonas de alternancias de calizas o arenas con margas o arcillas (grupos 230, 220b, 213 y 211), el tercero abarca todos los afloramientos calizos y de karst a que dan lugar los grupos restantes.

Las arcillas del Eoceno afloran en los alrededores de Ronda, entre Jimena de Libar, Cortes de la Frontera, y Gaucín. Su existencia va siempre acompañada de numerosos casos de deslizamientos y desmoronamientos con problemas importantes de asiento para los firmes de carreteras.

El segundo caso, correspondiente a las alternancias, plantea también algunos problemas de deslizamientos en casos concretos y normalmente condicionados por los planos de estratificación. Son grupos medianamente erosionables y estables.

El tercer y último caso agrupa un gran número de grupos calizos y dolomíticos, karstificados, estables, poco erosionables dando lugar a las mayores alturas de estas

serranías. Plantean problemas locales de desprendimientos a partir de las numerosas cornisas y escarpes a que dan lugar. Presentan además la particularidad de reunir características óptimas para su explotación como material para áridos.

3.3. ZONA 3 – VALLE DEL RIO GENAL Y VERTIENTE NORTE DE SIERRA BERMEJA

3.3.1. Geomorfología y Tectónica

La Zona 3 engloba afloramientos del Alpujárride metamórfico y del Manto de Málaga, además de las masas plutónicas de peridotitas. Por lo tanto la litología corresponde a rocas metamórficas de bajo a alto grado de metamorfismo y a las rocas ígneas mencionadas.

Si bien a pequeña escala estos materiales metamórficos presentan un bandeo litológico y anisotropía derivada de su propia naturaleza y origen, a gran escala no se manifiesta ninguna dirección preferente de los valles e interfluvios excavados sobre los mismos. Quiere decir esto que, frente a la erosión y modelado, estos materiales se comportan como un conjunto isótropo y homogéneo. Esta circunstancia puede ser debida en parte a que el mecanismo de emplazamiento — mantos de corrimiento — de estas unidades, ha producido cierta desorganización de su estructura caótica sin que puedan seguirse y delimitarse las capas o los planos de esquistosidad.

Como consecuencia de lo anterior la red de drenaje es dendrítica y muy ramificada, correspondiendo a un relieve joven y fuertemente encajado. Los interfluvios presentan crestas agudas y fuertes pendientes de hasta 60°, en las cuales llama fuertemente la atención la estabilidad y ausencia de deslizamientos del coluvión que cubre uniformemente los materiales metamórficos. La razón está en la existencia de un bosque muy desarrollado de castaños, encinas y alcornoques, cuyas raíces sujetan poderosamente el suelo vegetal y coluvial, deteniendo la erosión.

La línea de contacto entre esta Zona 3 y la Zona 2 corresponde al contacto entre el manto de Málaga y el Subbético calizo—margoso, en unos lugares, o al contacto del Alpujárride metamórfico con el Alpujárride dolomítico en otros (ver figuras núms. 2.4. y 3.1.). Este límite es así, un límite paisajístico espectacular, pasándose bruscamente de las superficies de lapiaz, áridas y desoladas de la Zona 2, a un terreno de bosque fértil y frondoso, donde los pequeños pueblos blancos destacan fuertemente sobre el fondo oscuro de las sierras.

Dentro de esta Zona 3 pueden diferenciarse tres áreas en función de la distinta densidad que presenta la red de drenaje. La primera de ellas corresponde a los afloramientos del Manto de Málaga y parte alta (filitas) del Manto Alpujárride metamórfico. En ella la red de drenaje es densa y muy tupida. La segunda coincide con los afloramientos de gneises del mismo Alpujárride; en ella la red es menos densa que en el caso anterior, siendo los interfluvios de mayor dimensión. La tercera es asimilable a la zona de las peridotitas donde la densidad de la red de drenaje es mínima, existiendo grandes interfluvios con pendientes acusadas y de gran longitud, dando lugar en suma a un paisaje con grandes desniveles pero con laderas de pendiente constante y sin escarpes, dada la homogeneidad del terreno.

Esta progresiva disminución de la densidad de la red de drenaje es debida a la progresiva dureza de las rocas existente en cada caso y que son: pizarras y filitas, gneises y por último, peridotitas.

Las relaciones tectónicas de estos materiales son sencillas. El Manto más antiguo fue el Alpujárride seguido posteriormente del Manto de Málaga que a su vez cabalga al Subbético de la Zona 2. En último lugar el plutón peridotítico cortó e intruyó a todo lo anterior, produciendo además un metamorfismo de contacto.

El conjunto queda englobado dentro de la unidad Bética.

La fig. 3.9 muestra un bloque diagrama de la Zona.

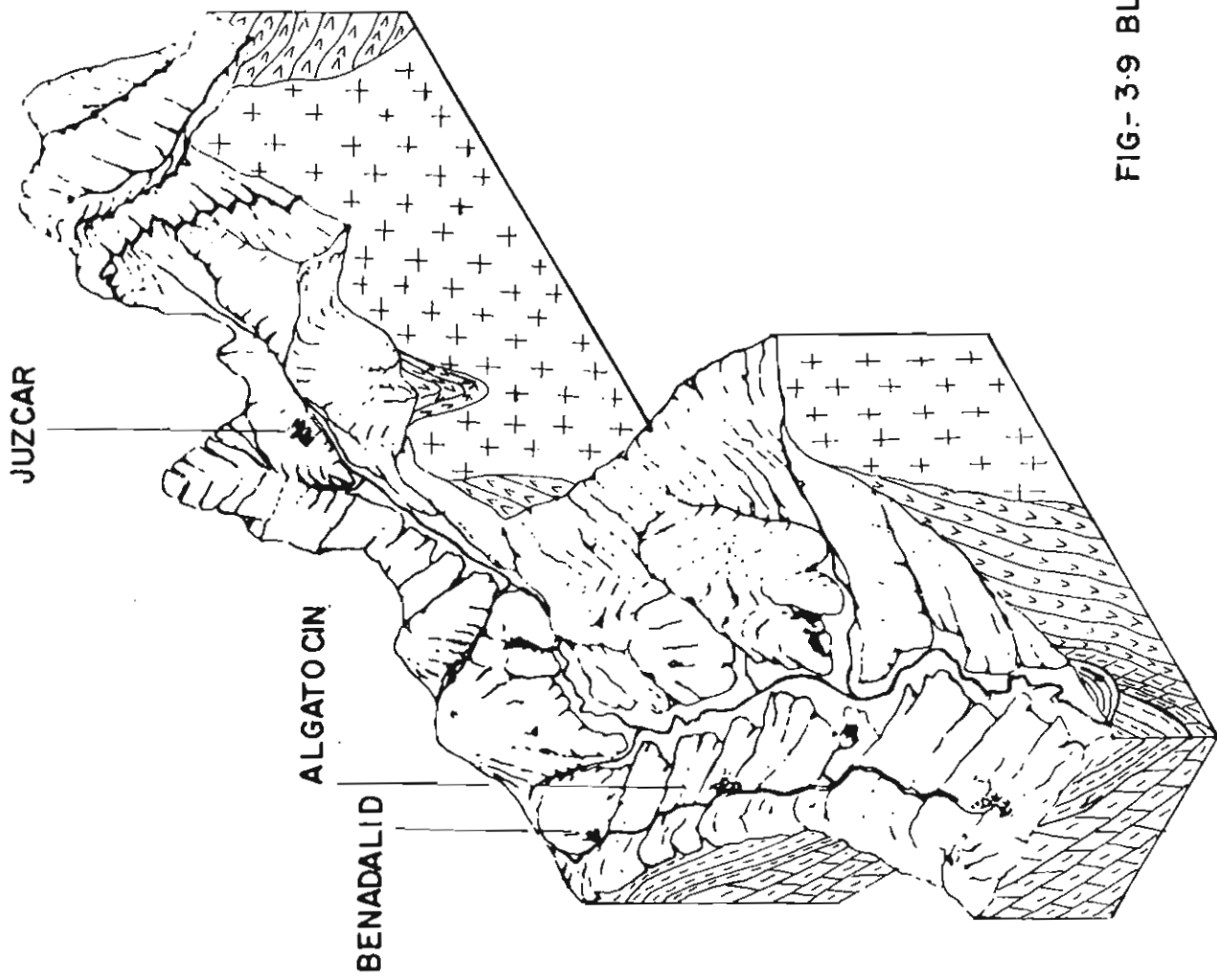
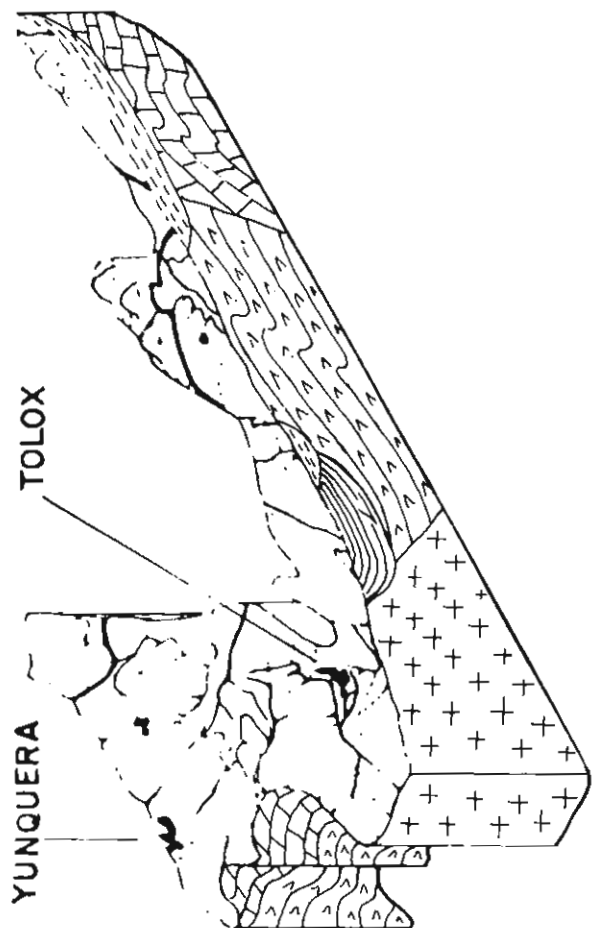
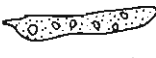

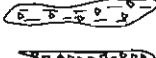


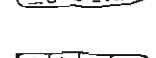

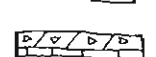



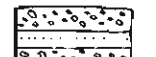
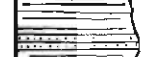


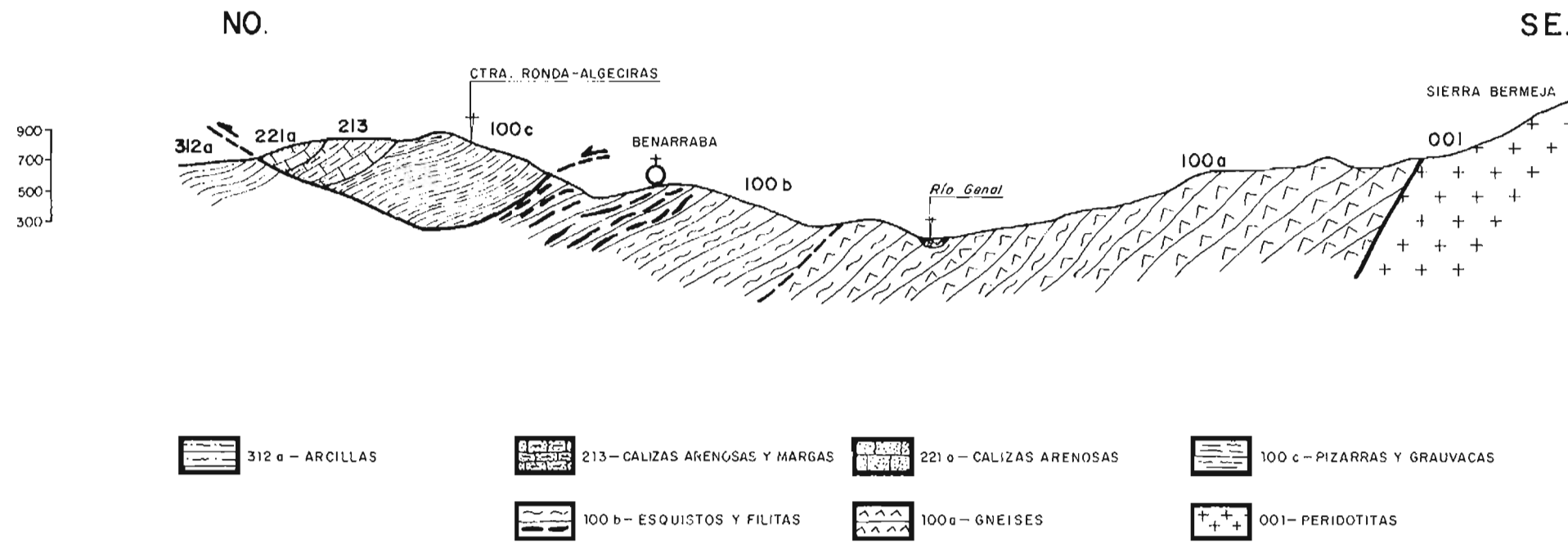
FIG-39 BLOQUES DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA · 3

3.3.2. Columna estratigráfica

Los diversos grupos litológicos que afloran dentro de esta Zona han sido reunidos y ordenados cronológicamente en la columna que aparece a continuación.

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA		DESCRIPCION	EDAD
	GRUPO GEOTECH.	GRUPO LITOLÓG.		
	H	A3	Aluvial de cantos heterométricos y poligénicos, con matriz arcilla-limosa	CUATERNARIO
	H	A4	Aluvial de cantos redondeadas, polimicticos, de pizarras, esquistos grauvacas, gneises y cuarcitas, con matriz limo-arcillosa	CUATERNARIO
	G	C2	Coluvial arcilloso con cantos de pequeño tamaño, poligénicos.	CUATERNARIO
	I	C5	Coluvial cuarcítico sin matriz o con matriz areno-arcillosa	CUATERNARIO
	H	C7	Coluvial arcilloso con cantos angulosos poligénicos.	CUATERNARIO
	G	CV1	Grandes deslizamientos antiguos arcillosos con cantos y bloques angulosos de arenisca y caliza	CUATERNARIO
	C	322b	Calizas travertínicas y tobáceas masivas.	PLIOCENO
	F	322a	Margas ocre y pardas, brechas y gravas poligénicas con cementación variable.	PLIOCENO
	C	221a	Calizas de color beige oscuro, arenosas y brechificadas.	LIAS
	C	220c	Calizas micríticas y microcristalinas de color beige.	JURASICO
	D	213	Calizas limolíticas y limoníticas con tromas de margas y arcillos rojas y pardas, intercaladas.	KEUPER
	E	160	Areniscas silíceas y mascovíticas y conglomerados cuarcíticos con matriz arenosa. Color púrpura.	PERMO-TRIAS
	D	100c	Pizarras y esquistos parda-verdosos, grauvacas, areniscas y calizas arenosas, niveles de areniscas y conglomerados.	PALEOZOICO INDIFFERENCIADO

CORTE I-I'



CORTE II-II'

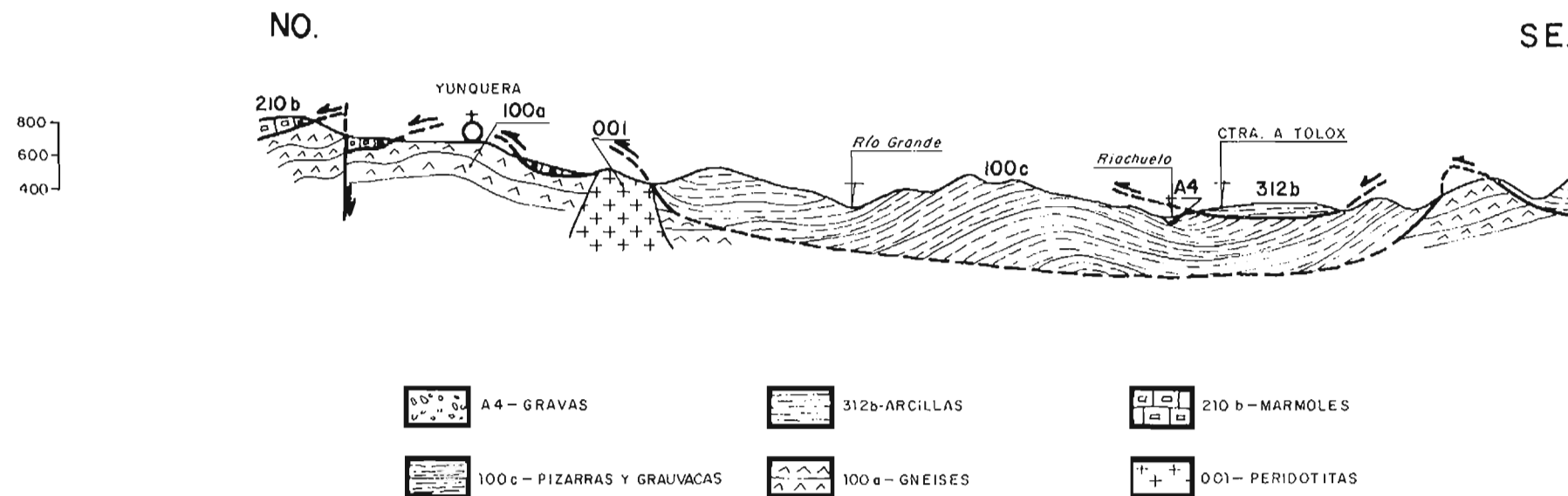


Fig. 3.10 - ESQUEMAS DE LOS CORTES LITOLÓGICO-ESTRUCTURALES DE LA ZONA 3

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	GRUPO GEOTECN.	GRUPO LITOLÓG.		
	D	100b	Filitas negras, pizarras, esquistos sericíticos y esquistos cuarcíticos.	PALEOZOICO INDIFERENCIADO
	B	100a	Gneises cuarcíticos de grano fino constituidos por cuarzo, moscovito, biotitas, feldespatos y granotes.	PALEOZOICO INDIFERENCIADO
	B	100d	Cuarcitas oscuras en lechos y capas delgadas con pizarras subordinadas.	PALEOZOICO INDIFERENCIADO
	C	100e	Mármoles macrocristalinos, compactos, sacoroideos de color blanco grisácea.	PALEOZOICO INDIFERENCIADO
	C	110	Mármoles blancos macrocristalinos, brechoides en ocasiones.	CAMBRICO
	D	010	Gneises con cuarzo, feldespatos y anfíbol y esquistos micocíticos y cuarcíticos.	PRECAMBRICO
	A	001	Peridotitas y serpentinitas.	¿?

3.3.3. Grupos litológicos

ALUVIAL DEL RIO GENAL (A3)

Corresponde a una estrecha banda de acarreos depositados por el río Genal, en una zona de fuerte relieve y estrechos valles con perfil transversal en V. Su importancia es por tanto escasa.

Litología.— Cantos heterométricos, subredondeados, de pizarras, gneis y esquistos sericíticos, empastados en una matriz limo—arenosa. Ocasionalmente estos cantos se agrupan en lentejones con escasa matriz arenosa.

Su espesor oscila entre los 0,5 y 3 m.

Comportamiento.— Conjunto erosionable, con permeabilidad alta, y buen drenaje superficial.

ALUVIAL DE LOS RIOS GRANDE Y GUADALHORCE (A4)

Este grupo será estudiado en la Zona 4, dada su mayor representatividad en la misma.

COLUVIALES DE GAUCIN (C2)

Aparecen con un desarrollo mayor de tres metros, también en otras localidades.

Litología.— Se trata de un coluvial arcilloso con cantos angulosos y de pequeño tamaño, de filitas, pizarras, areniscas y esquistos cloríticos. Presentan colores rojos por oxidación.

Su espesor oscila entre los 0,5 y 5 m.

Comportamiento.— Conjunto erosionable, de permeabilidad media, drenaje superficial bueno. Se han encontrado en el corte producido por algunos caminos que cruzan los puntos donde este coluvión aparece más desarrollado, observándose taludes artificiales estables B 50°. Presentan problemas locales de deslizamiento como el de la fotografía 51.



Foto 51. Coluvial arcilloso (C2) con cantos metamórficos en las cercanías de la Ctra. de Yunquera—Coín.

COLUVIALES DE BENARRABA (C5)

Existe únicamente en las inmediaciones de Benarraba. Su desarrollo aparece ligado a la aparición del grupo cuarcítico 100 d, del cual derivan.

Litología.— Coluvial cuarcítico tipo canchal, constituido por cantos angulosos sueltos y sin matriz (foto 53) o bien con matriz areno—arcillosa que llega a dar una ligera cohesión al conjunto. Esto suele producirse en las partes más profundas del coluvión (foto 52).

El espesor del mismo oscila entre 1 y 8 m.

Comportamiento.— Conjunto erosionable, con permeabilidad alta, y buen drenaje superficial. Presenta taludes naturales estables A 40° cuando no existe matriz que una los cantos (foto 53), y artificiales estables M 70° cuando existe matriz (foto 52). Puede ser utilizado como árido para la construcción de carreteras.



Foto 52. Coluvión cuarcítico (C5) explotado para áridos. Inmediaciones de Benarraba.

COLUVIONES DEL VALLE DEL RIO GRANDE (C7)

Se han localizado exclusivamente en 3 lugares, en las proximidades de la carretera de Coín a Aozaina. En sus partes más bajas llegan a enlazar con una pequeña llanura o posible nivel de terrazas, hoy casi desaparecido por el encajamiento actual del río.

Litología.— Arcillas rojas con cantos angulosos, dispersos, de gneises y micaesquistos de tamaños inferiores a 10 cm. de diámetro. Los cantos se concentran en niveles situados preferentemente a techo y muro de la formación (foto 54). Las arcillas constituyen la mayor parte del conjunto.

El espesor no sobrepasa los 4 m.

Comportamiento.— Conjunto muy erosionable, con frecuentes abarrancamientos. Posee una permeabilidad media y un buen drenaje superficial. Los taludes naturales son estables B 70°, (Fotos 54 y 55).

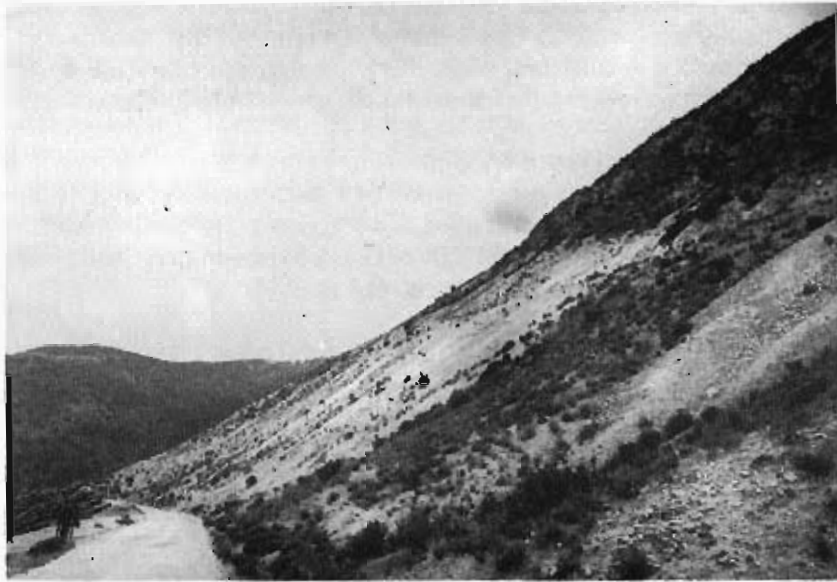


Foto 53. Coluvión cuarcítico tipo Canchal (C6) junto a Benarraba.



Foto 54. Coluvión arcilloso (C7) con cantos, discordante sobre el grupo 010.



Foto 55. Coluvial (C7) sobre el grupo 010 en las inmediaciones de la Ctra. a Coín desde Alosaina.

GRANDES DESLIZAMIENTOS ANTIGUOS DE LA CUENCA DEL RIO GUADIARO (CV1)

Este grupo ha sido definido y estudiado dentro de la Zona 2 por su mayor representatividad en la misma.

CALIZAS TRAVERTINICAS DE ALOZAINA (322b)

Este grupo será estudiado dentro de la Zona 4 por su mayor representatividad en la misma.

MARGAS Y BRECHAS DE ALOZAINA (322a)

Este grupo será estudiado dentro de la Zona 4 por su mayor representatividad en la misma.

DOLOMIAS BRECHOIDES DE LA SERRANIA DE RONDA (221a)

Este grupo ya ha sido estudiado dentro de la Zona 2 por su mayor representatividad en la misma.

CALIZAS DE BANAJOAN (220c)

Este grupo ya ha sido estudiado dentro de la Zona 2 por su representatividad en la misma.

SERIE CLASTICO CARBONATADA DE LA SERRANIA DE RONDA (213)

Este grupo ya ha sido estudiado en la Zona 2 por su mayor representatividad en la misma.

PUDINGUAS DE ATAJATE (160)

Este grupo corresponde a un Permo—Trías que se ha diferenciado del conjunto del Manto de Málaga, en el que aparece englobado, en aquellos casos en los que la extensión de su afloramiento lo permite.

Litología.— Está formado por areniscas silíceas y moscovíticas de tonos púrpura, conglomerados y pudingas, de la misma coloración. Las pudingas poseen cantos muy bien redondeados de cuarzo y cuarcita empastados en una matriz arenosa. En otros casos aparece una facies de brechas pizarrosas de tonos verdosos con cantos angulosos y sub-redondeados de grauvacas y areniscas.

La potencia máxima observada no supera los 90 m.

Estructura.— Presentan estos materiales un desarrollo en lentejones, con estratos bien individualizados, con buzamientos y direcciones variables.

Comportamiento.— Conjunto no erosionable ni ripable. Posee una permeabilidad secundaria por fisuración media y un buen drenaje superficial. Se encuentran taludes naturales y artificiales estables verticales de hasta 20 m de altura.

PIZARRAS Y GRAUVACAS DEL MANTO DE MALAGA (100c)

Litología.— Pizarras y esquistos de color pardo—verdoso o gris oscuro. Ocasionalmente aparecen satinadas. Entre ellos se encuentran intercalados niveles de grauvacas y areniscas. Las primeras son algo moscovíticas. También se encuentran ocasionalmente calizas detríticas oscuras, en niveles de hasta 0,3 m. de espesor, así como niveles de areniscas y conglomerados cuarcíticos rojos y púrpura, correspondientes al Permo—Trías. En los casos en los que este Permo—Trías alcanza una cierta extensión de afloramiento, han sido cartografiados como un grupo litológico independiente (160) ya expuesto más arriba.

Algunos tramos del Manto de Málaga, en especial en la Zona de Alozaina, corresponden a masas caóticas y desorganizadas, posibles olistostromas sincrónicos y resultantes del emplazamiento de este manto.

El espesor de esta unidad puede estimarse superior a los 400 m.

Estructura.— La estratificación y esquistosidad de esta unidad aparece buzando normalmente al NO. y es perfectamente visible (foto 56), salvo en los tramos desorganizados olistostrómicos.

Comportamiento.— Conjunto de erosionabilidad media, difícilmente ripable y poco alterable, presenta una permeabilidad baja debido al predominio de pizarras y esquistos sobre grauvacas y calizas. Posee un buen drenaje superficial. Se han observado taludes artificiales estables M 70° o inestables en función de la posición de las capas (foto 57).

Un estudio petrográfico de este grupo figura al final de esta memoria en el apéndice sobre petrografía.

FILITAS Y ESQUISTOS DEL RIO GENAL (100b)

Este grupo corresponde a la mitad superior del complejo Alpujárride.

Litología.— Dentro de esta unidad son diferenciables dos conjuntos litológicos algo distintos. El superior y más alejado del núcleo peridotítico de Sierra Bermeja, corresponde a filitas negras con gran cantidad de materia carbonosa y fragmentos calizos en algunos lugares, (foto 58). La edad del mismo, debe corresponder al Permo—Trías. Este conjunto no es, sin embargo, diferenciable cartográficamente del tramo inferior, al cual se pasa gradualmente, estando constituido por pizarras, esquistos micacíticos y esquistos cuarcíticos.

Un estudio petrográfico de estos esquistos figura al final de esta memoria, en el apéndice sobre petrografía.

Estructura.— En la zona de Cartajima (foto 59) puede verse el cabalgamiento de este



Foto 56. Pliegues en las capas de grauwacas y pizarras del Manto de Málaga (100c), junto a la gasolinera de Gaucín.



Foto 57. Taludes en un tramo de alternancias de pizarras, grauwacas y calizas del Manto de Málaga (100c). Ctra. de Gaucín a cortes de la Frontera.

grupo sobre el Alpujárride no metamórfico. En la carretera de Ronda a S. Pedro de Alcántara se encuentran "klippes" de filitas en la misma tectónica.

Los buzamientos de la foliación y estratificación son suaves y al NO casi siempre.



Foto 58. Filitas con fragmentos calizos (100b) en la Ctra. de Parajan.



Foto 59. Superficie de cabalgamiento del grupo 100b sobre el alpujárride calizo en Cartajima.

Comportamiento.— Conjunto no ripable en su tramo inferior. Paralelamente es más resistente y estable y menos erosionable en su mitad inferior. Es impermeable con buen drenaje superficial.

Se encontraron taludes artificiales estables B 70°. En los tramos de filitas son previsibles fenómenos de deslizamientos en masa, al menos para las partes o zonas de roca alterada. El conjunto inferior de este grupo es más fácilmente meteorizable (esquistos) que el tramo superior (filitas).

GNEISES DE JUBRIQUE (100a)

Corresponde este grupo a la mitad inferior del complejo Alpujarride cuya base aparece en contacto y cortada por el plutón peridotítico de Sierra Bermeja. Su parte superior pasa de forma gradual al grupo 100b ya descrito (foto 61).



Foto 60. Gneises del grupo 100a, con foliación bien desarrollada. Ctra. de Yunquera a Alozaina a 3 km. de la primera localidad.



Foto 61. Contacto entre los gneises del grupo 100a, con el plutón de peridotitas (001), y los mármoles del grupo 210a. Vista desde la Ctra. a San Pedro de Alcántara, desde Ronda.



Foto 62. Grupo 210a (mármoles de Yunquera) montando sobre el Grupo 100a (Gneises) en las inmediaciones de Yunquera. A la izquierda aparece el Grupo 100c (Manto de Málaga).

Litología.— Está constituida por gneises cuarcíticos de grano fino, formados fundamentalmente por cuarzo, biotita y feldespato, siendo también visibles granates de hasta 1 mm, de diámetro. Aparecen además niveles cuarcíticos derivados de capas de areniscas. La serie original, antes del metamorfismo, debía de tratarse de una sucesión pelítico—arenosa. La potencia del conjunto es superior a los 500 m.

Un estudio petrográfico, de estos gneises figura al final de esta memoria en el apéndice sobre petrografía.

Estructura.— Aparece con foliación bien desarrollada subparalela a la estratificación (foto 60). En la zona de Yunquera, aparecen masas de la misma composición descrita más arriba pero sin estructura planar definida, (foto 62).

Comportamiento.— Corresponde al de una unidad resistente a la erosión y alteración, debido a la elevada proporción existente de cuarzo. La permeabilidad es baja, con un buen drenaje superficial. El material por ser rocoso es lógicamente no ripable. Se han observado taludes artificiales subverticales estables de hasta 5 m. de altura. Este grupo litológico es uno de los que presentan una mayor estabilidad, dada su composición cristalina.

CUARCITAS DE BENARRABA (100d).

Afloran de forma muy restringida en dos únicos lugares correspondientes a las localidades de Benarraba y Algotocín.

Litología.— Cuarcitas oscuras estratificadas en lechos y capas delgadas cuyo espesor no sobrepasa los 0,5 m; presentan intercalaciones de pizarras subordinadas.

El espesor de este tramo puede estimarse en 60 m.

Estructura.— Las capas aparecen con un buzamiento de 30° al Sur. Estas dos masas de cuarcitas se sitúan tectónicamente en el frente del manto Alpujárride en su contacto con el Manto de Málaga.

Comportamiento.— Conjunto poco erosionable y alterable, no ripable con permeabilidad media y un buen drenaje superficial. Se han observado taludes artificiales subverticales estables de 5—20 m. de altura, (foto 63).

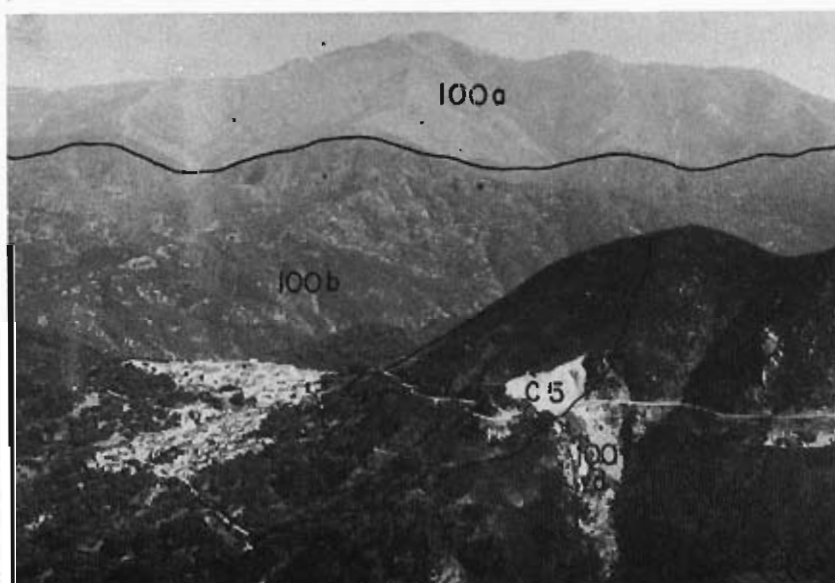


Foto 63. En primer término se aprecia el grupo 100d, recubierto por el Coluvión C5, junto a Benarraba. En segundo término los grupos 100b y 100a.

MARMOLES DEL RIO GENAL (100e)

Limitados a pequeños afloramientos situados en las inmediaciones del río Genal y en el seno del grupo 100a.

Litología.— Mármoles macrocristalinos, compactos, de aspecto sacaroideo y fractura irregular, color blanco grisáceo, presentan nudos de recristalización teñidos con óxidos de hierro y una incipiente karstificación.

El espesor es inferior a los 30 m.

Estructura.— La estructura interna es masiva y sin estratificación visible, aflorando como masas aisladas de estructura tabular dentro del grupo 100a, con una inclinación equivalente a la de la foliación de los gneises en los que quedan englobados.

Comportamiento.— Conjunto más resistente a la erosión que el grupo 100a que lo rodea. Posee una permeabilidad alta por karstificación y fisuración, con drenaje en profundidad bueno. Es no ripable. Presentan algunos desprendimientos de bloques en su zona de contacto con el grupo 100a, al formar en algunos lugares una cornisa. Los taludes naturales verticales son estables, con una altura de 5 a 20 m.

MARMOLES DE SIERRA GORDA (110)

Afloran únicamente en esta localidad, 4 km. al NE de Coín.

Litología.— Son masas de mármoles macrocristalinos, constituidos en ocasiones por un aglomerado de fragmentos cementados entre sí, constituyendo de esta manera una brecha caliza marmorizada. Presentan una ligera karstificación desarrollada a favor de algunas fisuras.

Su potencia supera los 100 m.

Estructura.— Disposición caótica y masiva con fracturación y fisuración y sin planos de estratificación visibles (foto 64).

Comportamiento.— Unidad resistente a la erosión, no ripable, con permeabilidad secundaria alta por fisuración y drenaje en profundidad bueno, por la misma razón. Los taludes naturales y artificiales, verticales observados aparecen estables con alturas comprendidas entre 5 y 20 m.



Foto 64. Mármoles del grupo 110, junto a la Ctra. de Coín. a Cartama.

GNEISES Y ESQUISTOS DE RIO SECO (010)

Aflora exclusivamente dentro de la Zona 3 en el contacto y al Sur de la Zona 4.

Litología.— Corresponde a unos gneises de grano fino, constituidos por cuarzo, feldespato y anfíbol. Se intercalan con esquistos micacíticos, también de grano fino. Aparecen además capas de cuarcitas con laminaciones paralelas y oblicuas y capas o niveles esporádicos de esquistos cuarcíticos.

El espesor total es superior a los 100 m.

Estructura.— La foliación subparalela a la estratificación aparece con buzamientos inferiores a los 40° preferentemente al Norte. Ocasionalmente estos materiales aparecen muy cuarteados.

Comportamiento.— Se trata de un grupo poco erosionable, alterable, no ripable, de permeabilidad baja y un buen drenaje superficial. Se han observado taludes artificiales estables M 80° , aunque con desprendimientos de las partes superficiales de estos taludes, cuando el material posee un gran cuarteamiento, como en el caso de la foto 65.



Foto 65. Gneises y esquistos del grupo 010. Talud en la Ctra. de Coín a Alozaina a 2 km. de la primera localidad.

PERIDOTITAS DE SIERRA BERMEJA (001)

Este grupo ocupa el límite suroriental de nuestra Zona de estudio.

Litología.— Son rocas intrusivas ultrabásicas, peridotíticas, de color verde oscuro, que por oxidación superficial dan colores rojizos muy característicos y pintorescos.

A lo largo de las numerosas fracturas y diaclasas existentes, la roca aparece serpentinizada. Se han encontrado en los bordes septentrionales del plutón peridotítico pitones y diques, correspondientes a diferenciaciones apicales de este plutón.

Un estudio petrográfico de una de ellas, la de la foto 67, aparece al final de esta memoria en el apéndice sobre petrografía.

Estructura.— Masiva y homogénea con numerosas fracturas y diaclasas, (foto 66).

Comportamiento.— Este grupo resulta resistente a la erosión mecánica, siendo alterable; posee permeabilidad secundaria mediana y un buen drenaje superficial. Es no ripable y presenta desprendimientos ocasionales de bloques debido al cuarteamiento que posee la masa rocosa. Se observaron taludes naturales estables de 60° de pendiente y de más de 200 m. de altura y artificiales subverticales estables de 10 m.



Foto 66. Peridotitas en su contacto con el grupo 100a junto al carril forestal a Pujerra.



Foto 67. Diferenciación apical de un plitón peridotítico del grupo 001.

3.3.4 Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona

Esta Zona, junto con la Zona 4 que veremos a continuación, es de una gran uniformidad respecto a su comportamiento geotécnico.

No obstante son diferenciables dos casos, correspondientes a una mayor o menor estabilidad de los terrenos. Los grupos 001 y 100a, aflorantes en el borde sur oriental de la Zona, y en la zona de Yunquera, son un caso de estabilidad máxima dentro de la Zona, donde solo son de destacar los desprendimientos que pueden producirse dentro del grupo 001 y en el coluvión (C4) que recubre al grupo 100a, en los lugares donde aparece desprovisto de vegetación.

El otro caso corresponde a los grupos 100b y 100a, en los cuales los coluviones (C3) que los recubre están sujetos por el bosque de castaños y alcornoques existente, si bien algunos de los taludes artificiales producidos por diversos caminos y por la Ctra. de Ronda a Algeciras, presenten casos de desmoronamientos, en especial en las Zonas más filíticas de estos grupos litológicos.

En conjunto, esta Zona es la más estable y la que presenta menor número de problemas geotécnicos, de las cuatro Zonas en que hemos dividido el Tramo estudiado.

3.4. ZONA 4. CUENCA DEL RIO GRANDE

3.4.1. Geomorfología y Tectónica

Esta Zona es la que ocupa una menor extensión de afloramiento, equivalente a un solo cuadrante.

Presenta todo un reborde abrupto por su lado occidental y borde sur, limitando con los relieves montañosos de la Zona 3: Sierras de Tolox, Yunquera, Sierra Gorda, etc.

La mayor parte del afloramiento de ésta Zona corresponde al grupo 312b, Eoceno arcillo—margoso, sobre el cual se apoyan discordantes las capas del Plioceno postorogénico. El límite y contacto entre ambos conjuntos es muy difícil de situar, dada la similitud litológica entre ambos y la suave topografía existente.

En el borde oriental, aparecen ampliamente desarrollados los aluviales y niveles de terrazas del río Guadalhorce y su afluente el río Grande, correspondiendo al área más deprimida dentro del Tramo, a solo 50 o 40 m. sobre el nivel del mar.

La morfología dominante de esta Zona es la correspondiente a la del grupo 312b, constituida por lomas con suaves pendientes y red de drenaje poco clara y desarrollada, ya que, igual que en la Zona 1, estas pendientes evolucionan principalmente por deslizamientos en masa, de distintos tamaños, producidos durante las épocas lluviosas. Son frecuentes algunos casos localizados de abarrancamiento.

La mitad oriental corresponde principalmente a los afloramientos del Plioceno margoso, dominando el modelado antrópico, ya que toda la comarca está siendo transformada por un plan de regadíos, siguiendo un sistema de escalonamiento del terreno.

En relación con la tectónica puede observarse cómo el límite occidental de esta Zona cabalga mediante una falla inversa orientada de NNE a SSO, sobre la Zona 3. En este contacto mecánico puede observarse (ver cortes geológicos correspondientes) cómo el Eoceno arcillo—margoso monta sobre capas del Plioceno en su facies de borde montañoso (brechas y conglomerados). Estas capas Pliocenas (foto 72) aparecen con una inclinación de hasta 40° apoyándose sobre el Manto de Málaga de la Zona 3 colindante. De esta manera esta falla inversa es un accidente tectónico bastante reciente, posiblemente relacionado con los fenómenos de neotectónica que actualmente afectan a las cadenas Béticas.

En la mitad oriental este Plioceno margoso post—orogénico aparece afectado solamente por suaves ondulaciones.

La fig. 3.12 muestra un bloque diagrama de la Zona.

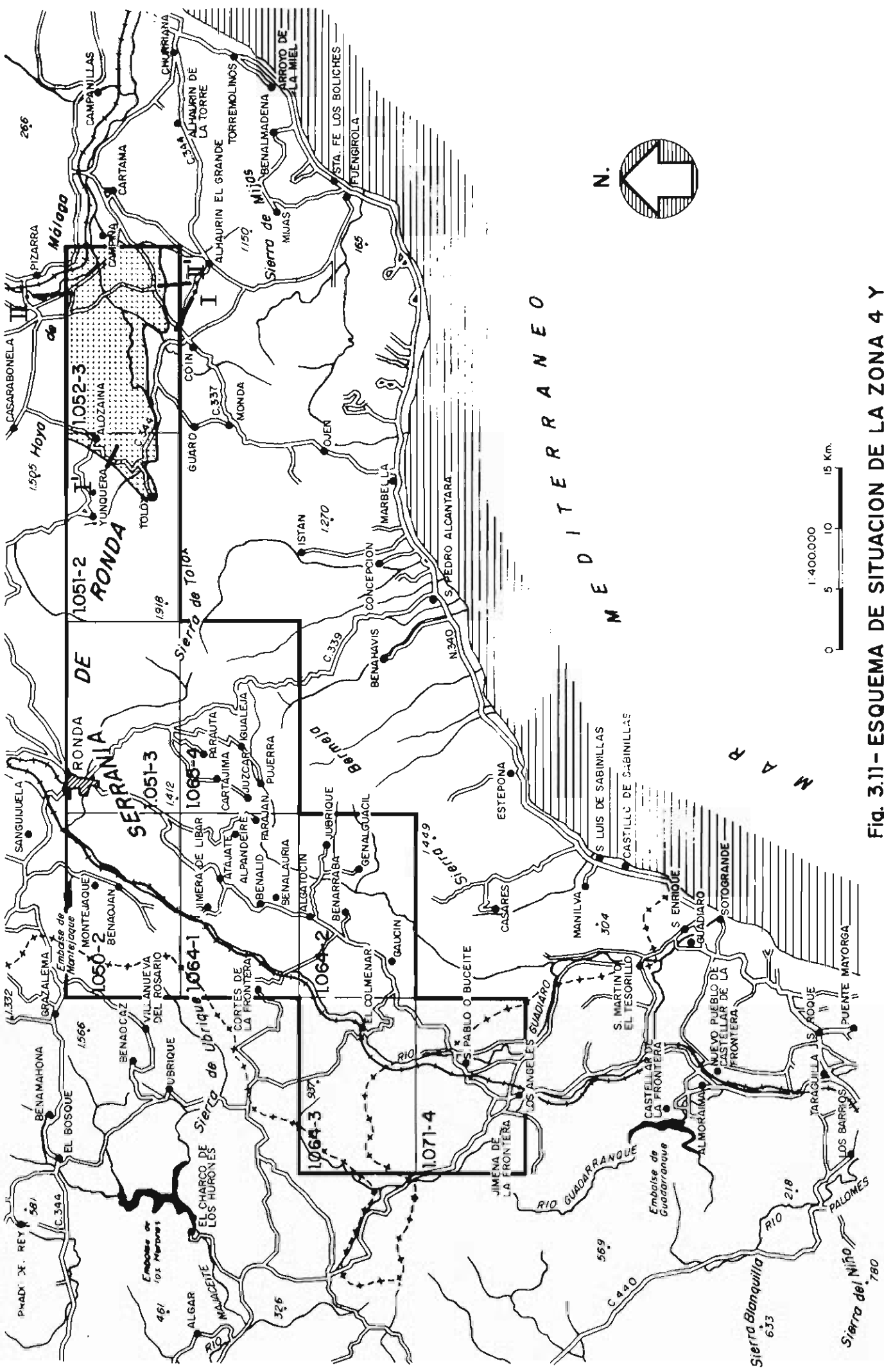


Fig. 3.11- ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 4 Y SITUACION DE LOS CORTES I-I' y II-II'

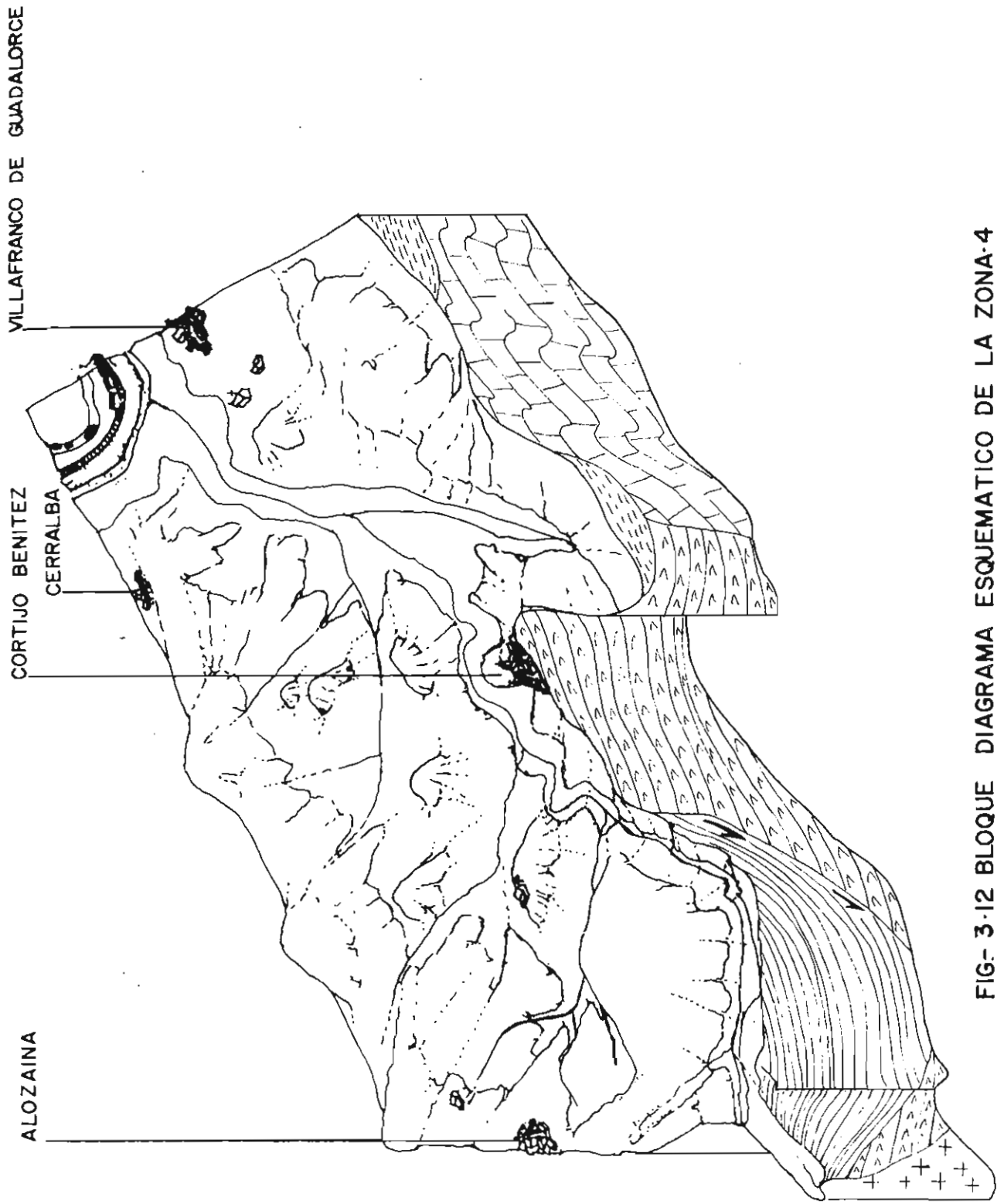


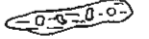
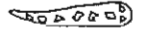
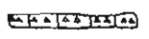
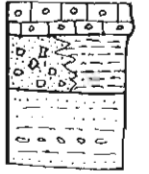





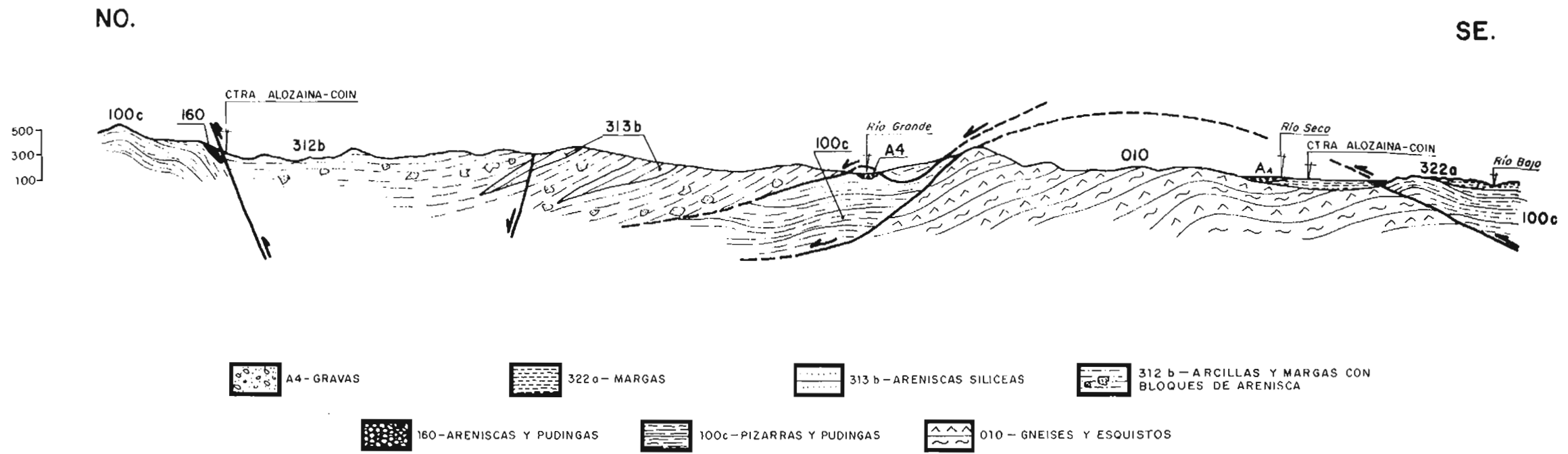
FIG- 3-12 BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA-4

3.4.2. Columna estratigráfica

Los distintos grupos litológicos que afloran dentro de esta Zona han sido reunidos y ordenados cronológicamente en la columna que aparece a continuación.

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA		DESCRIPCION	EDAD
	GRUPO GEOTECN	GRUPO LITOLÓG		
	H	A4	Aluvial de cantos redondeados polimícticos de pizarra, esquistos, grauvocas, gneises y cuarcitas, con matriz limo-arcillosa	CUATERNARIO
	I	T3	Arenas y limos rojos con cantos bien redondeados, heterométricos y polimícticos.	CUATERNARIO
	G	C1	Coluvial constituida por arcillas y escasos cantos de areniscas silíceas y grauvocas.	CUATERNARIO
	I	C5	Coluvial cuarcítico sin matriz a con matriz arenosa y arcillosa	CUATERNARIO
	E	350	Limos calcáreos blancos, travertínicos que engloban bloques y cantos de mármol.	PLIO-CUATERNARIO
	C	322b	Calizas travertínicas y tobáceas masivas.	PLIOCENO
	F	322a	Margas ocre y pardas, brechas y gravas poligénicas con cementación variable.	PLIOCENO
	E	321b	Limos y arcillas rojizos con abundantes cantos subangulosos, heterométricos y poligénicos.	MIOCENO
	B	313b	Areniscas silíceas, amarillentas, con fragmentos de cuarzo, rocas metamórficas y feldespatos.	OLIGOCENO
	F	312b	Arcillas masivas homogéneas, margas masivas, sin estratificación visible con bloques aislados de arenisca y caliza	EOCENO
	D	100c	Pizarras y esquistos pardo-verdosos, grauvocas, areniscas y calizas arenosas, niveles de areniscas y conglomerados.	PALEOZOICO INDIFERENCIADO

CORTE I-I'



CORTE II-II'

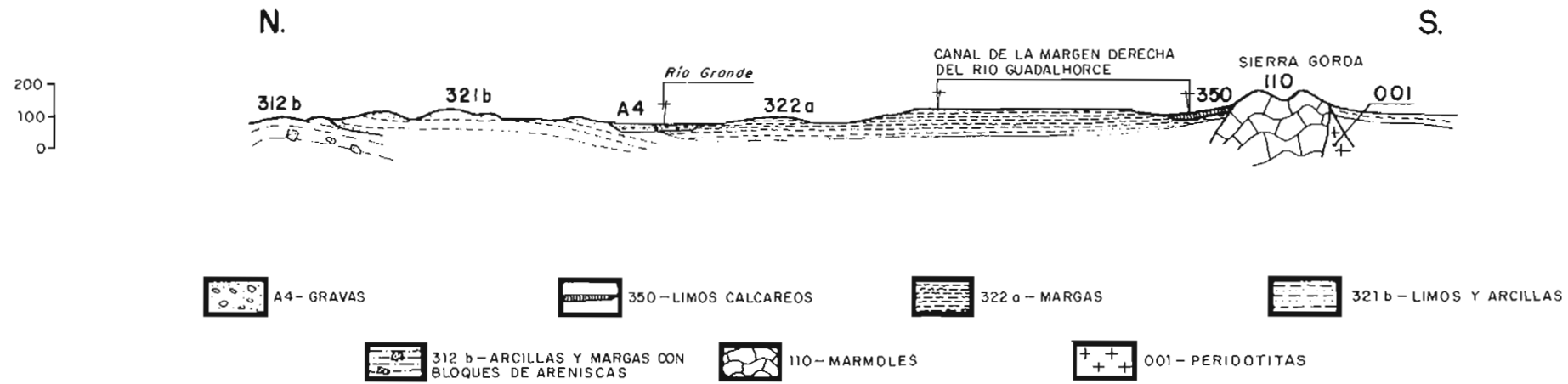


Fig. 3.13 - ESQUEMAS DE LOS CORTES LITOLOGICO-ESTRUCTURALES DE LA ZONA 4

3.4.3. Grupos litológicos

ALUVIAL DE LOS RÍOS GRANDE Y GUADALHORCE (A4)

Dentro de los aluviales existentes en el Tramo, es el que presenta una mayor extensión.

Litología.— Se compone de cantos redondeados polimícticos de pizarra, esquistos, grauvaca, cuarcitas y gneises, empastados en una matriz limo—arcillosa, que guarda una proporción variable en relación con los cantos, abundando más hacia las partes altas del aluvión.

Su espesor puede estimarse entre 1 y 10 m.

Comportamiento.— Se trata de un conjunto erosionable, con permeabilidad alta y buen drenaje en profundidad. Los taludes naturales y artificiales subverticales observados, aparecen estables con alturas inferiores a los 3 m.

Es interesante el aprovechamiento que en la actualidad se hace de estos aluviones como material de préstamo (foto 68).



Foto 68. Explotación de graveras en el Aluvial (A4) del río Grande.

TERRAZAS DEL RÍO GRANDE (T3)

De afloramiento muy restringido, aparecen a unos 20 m. sobre el cauce actual del río.

Litología.— Corresponde a la de arenas y limos rojos con cantos bien redondeados, heterométricos y polimícticos, predominando los de arenisca y pizarra. Los cantos empastados en el seno de la matriz predominan hacia la parte alta de la formación.

El espesor observado es de 3 m.

Comportamiento.— Grupo fácilmente erosionable, que presenta una permeabilidad alta y drenaje en profundidad, con taludes artificiales estables subverticales de hasta 0,5 m. de altura.

COLUVIAL DEL EOCENO ARCILLOSO (C1)

Este grupo ha sido estudiado dentro de la Zona 2 por su mayor representación en la misma.

COLUVIALES DE GAUCIN (C2)

Este grupo ha sido estudiado dentro de la Zona 3 por su mayor representación en la misma.

BRECHAS Y LIMOS CALCAREOS DE SIERRA GORDA (350)

El afloramiento de este grupo aparece limitado exclusivamente a una orla que rodea la Sierra Gorda, constituida como ya sabemos por los mármoles del grupo 110.

Litología.— Limos calcáreos blancos, travertínicos con conchas de gasterópodos y restos de gusanos litófagos.

En esta masa detrítico carbonatada aparecen englobados cantos y bloques angulosos de mármol, derivados del grupo 110 adyacente. Cuando estos fragmentos llegan a predominar, este grupo presenta el aspecto de una mega brecha caliza con cementación variable. El espesor oscila entre los 2 y 8 m.

Estructura.— La formación constituida por un único estrato de aspecto masivo se encuentra en posición horizontal o buzando ligeramente hacia afuera en relación al núcleo montañoso al que rodea, (foto 69).



Foto 69. Limos calcáreos blancos (350) junto a la Ctra. de Coín a Cartama.

Comportamiento.— Conjunto de erosionabilidad media, no ripable, con permeabilidad media, poseyendo un buen drenaje superficial. Los taludes naturales y artificiales son subverticales de hasta 3 m. de altura y aparecen estables.

CALIZAS TRAVERTINICAS DE ALOZAINA (322b)

Este grupo queda restringido a las inmediaciones de esta localidad situándose a techo del resto del Plioceno (322a), (foto 70).

Litología.— Calizas travertínicas y tobáceas, de textura macrocristalina con huecos y nudos de recristalización que llegan a formar un complicado entramado.

El espesor máximo observado es de 25 m.

Estructura.— Su estructura es masiva, formando un único paquete horizontal que se acuña hacia su límite, situado sobre el borde montañoso.



Foto 70. Resto de plioceno calizo (322b) aislado por la erosión, entre Yunquera y Alosaina.

Comportamiento.— Se trata de un conjunto de erosionabilidad baja, no ripable, con permeabilidad alta y drenaje bueno en profundidad debido a la enorme porosidad de la roca. Existe karstificación incipiente. Los taludes naturales de 20 m. de altura verticales, aparecen estables.

MARGAS Y BRECHAS DE ALOZAINA (322a)

Este grupo aunque presenta dos facies bastante distintas, una brechoide y otra margosa, no se han separado en dos grupos distintos, ante la imposibilidad de trazar un límite ni siquiera aproximado entre ambas facies.

Litología.— La facies correspondiente a las brechas y conglomerados aparece bien desarrollada en el borde montañoso occidental, en el límite con la Zona 3 (fotos 71 y 72). Hacia el centro de la cuenca estas capas se acúñan.

Estas brechas aparecen constituidas por bloques y cantos

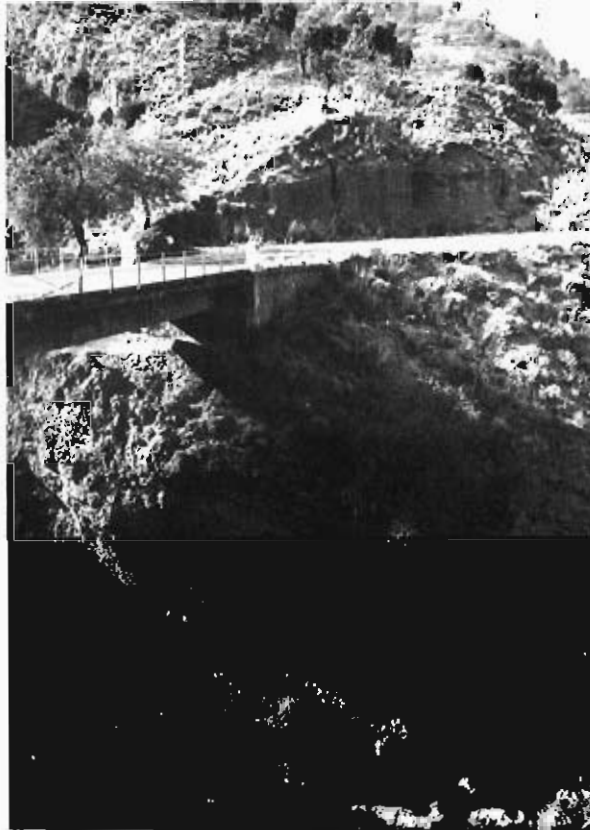


Foto 71. Brechas del Plioceno (322a) en la Ctra. de Alosaina a Tolox.

subangulosos de cuarcita, grauvaca, esquistos, pizarras y gneises, fuertemente cementados, en ocasiones, junto con la matriz arenosa.

La facies del centro de la cuenca, corresponde a margas ocre y pardas, homogéneas, con niveles finos ocasionales de concreciones calcáreas de color blanco (caliche). Presentan además intercalaciones de arenas sueltas ocre (foto 73).

El espesor puede evaluarse entre 20 y 50 m.



Foto 72. Brechas y conglomerados del Plioceno (322a) en la Ctra. de Alozaina a Tolox.



Foto 73. Margas y arenas del Plioceno (322a) en la Ctra. de Coín a Villa Franco de Guadalhorce.

Estructura.— Este grupo aparece hacia el centro de la cuenca, con suaves pliegues y ondulaciones, en tanto que en el límite occidental de la Zona, buza hasta 40° al Este.

Comportamiento.— Para la facies de brechas y conglomerados, se trata de un conjunto poco o medianamente erosionable dependiendo de la cementación. Ripabilidad media o nula. Permeabilidad media y buen drenaje superficial y en profundidad, habiéndose encontrado taludes artificiales estables subverticales de hasta 7 m. de altura.

Cuando se trata de la facies margosa con arenas tenemos un conjunto bastante erosionable, con ripabilidad alta, drenaje superficial y en profundidad bueno a mediano, con taludes artificiales de 50° de pendiente, inestables y con alturas inferiores a 5 m.

LIMOS Y BRECHAS DE LA LOMA DE LA VIUDA (321b)

El afloramiento de este grupo queda restringido al ángulo nororiental de la Zona.

Litología.— Constituida por limos y arcillas rojas que contienen abundantes cantos subangulosos y heterométricos de pizarra, cuarcita y areniscas fundamentalmente (foto 74).

Estos cantos disminuyen en tamaño y proporción al alejarnos del reborde montañoso correspondiente al grupo 100c.

El espesor oscila entre los 10 y 40 m.



Foto 74. Limos, arcillas y brechas del Mioceno (321b) en la Ctra. de Aozaina a Pizarra.

Estructura.— Las capas aparecen subhorizontales o levemente inclinadas al Este.

Comportamiento.— Es un grupo con erosionabilidad alta, ripabilidad alta, permeabilidad media y buen drenaje superficial. Se observaron taludes naturales y artificiales inestables de 80° de pendiente y hasta 15 m. de altura.

ARENISCAS DEL ALJIBE (313b).

Este grupo ha sido descrito en la Zona 1 por su gran representación dentro de la misma.

MARGAS DEL RIO GRANDE (312b)

Este grupo ocupa la mayor parte de afloramiento dentro de la Zona. Las características de este grupo son análogas a las del 312a.

Litología.— Son arcillas y margas masivas y homogéneas, sin estratificación visible y colores marrones, ocre y pardos. Es diferenciable del grupo 312a por el contenido que presenta en bloques y masas lenticulares de hasta 10 m. de espesor, de areniscas amarillentas y silíceas (Areniscas del Aljibe, 313b) y de calizas microcristalinas, grises con estratificación visible.

Estructura.— Es característica la estructura interna caótica de este grupo. La estratificación solo es distinguible en las intercalaciones lenticulares de areniscas y calizas (foto 75).

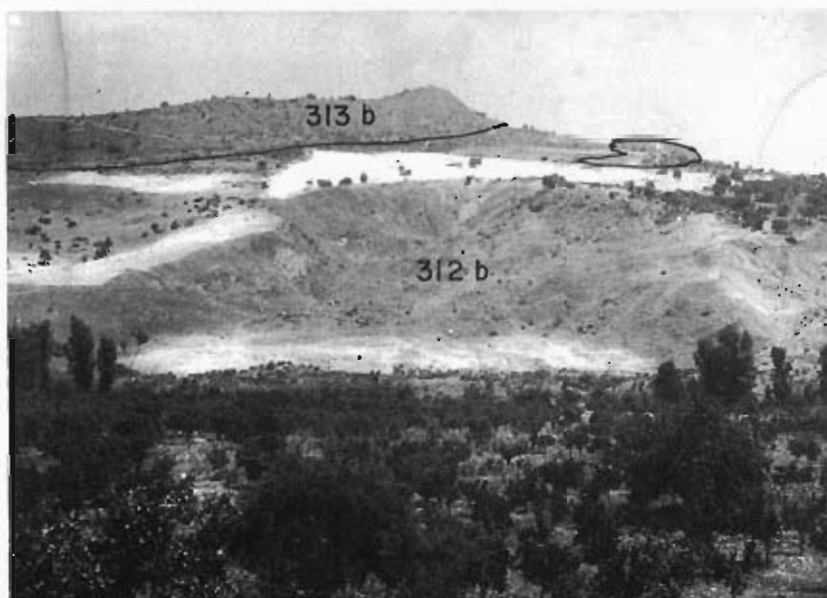


Foto 75. Vista de abarrancamientos y deslizamientos dentro del grupo 312b. Arriba grupo 313b. Junto a la Ctra. a Alozaína desde Coín, en las inmediaciones de Tolox.

Comportamiento.— El comportamiento de este grupo es análogo al descrito para el grupo 312a. Conjunto erosionable y ripable, con permeabilidad baja y buen drenaje superficial. Los taludes artificiales con 30° de pendiente y 4 m. de altura, llegan a ser inestables.

A lo largo de la Cta. de Coín a Tolox se han visto numerosos casos en los que los muros de contención son sobrepasados por el empuje del terreno (foto 76).

PIZARRAS Y GRAUVACAS DEL MANTO DE MALAGA (100c)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 3 por su mayor representatividad en la misma.

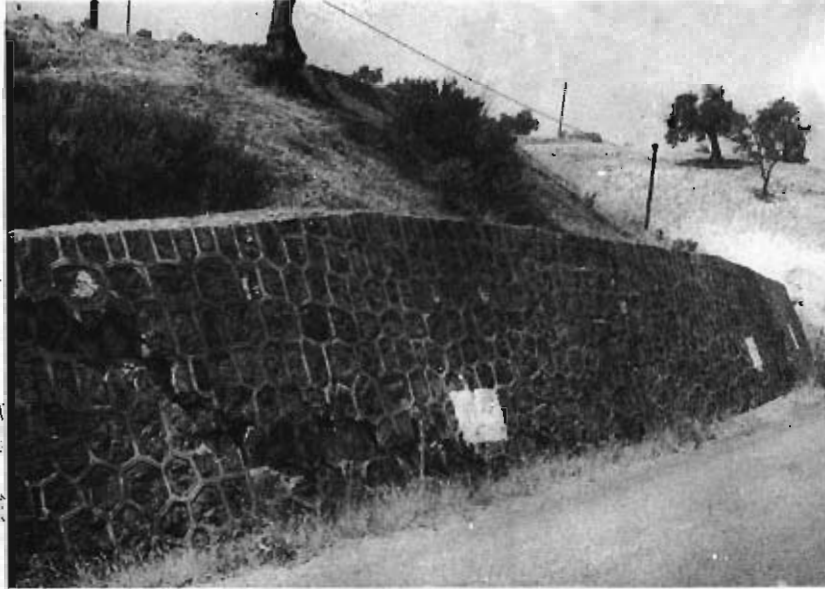


Foto 76. Muro de contención agrietado. Grupo 312b en la Ctra. de Tolox a Coín.

3.4.4. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona.

Esta Zona junto con la Zona 3, es la que presenta una mayor uniformidad en el comportamiento y características geotécnicas. Tenemos no obstante, por un lado los grupos 322b, facies brechoides del 322a, y 313b, que con poca extensión de afloramiento dan lugar a núcleos estables y resistentes a la erosión.

Por otra parte están los grupos 312b y 322a en su facies margo—arenosa, que ocupan casi toda la Zona y que se caracterizan por su inestabilidad, presentando numerosos casos de deslizamientos y destrucción de algunas obras civiles de la ctra. de Coín a Tolox. Son también fácilmente erosionables y ripables.

Por último las llanuras aluviales de los ríos Grande y Guadalhorce pueden ser ampliamente explotadas para graveras, y las futuras obras viales que las crucen, necesitarán estructuras con bastante longitud.

4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS Y GEOMORFOLOGICOS

El Tramo estudiado tiene una forma alargada según una orientación principal de OSO a ENE, con la cual engloba, la totalidad de la Serranía de Ronda, según su desarrollo longitudinal. En los extremos de la misma se sitúan las áreas deprimidas correspondientes a la cuenca del río Guadiaro hacia occidente y a la cuenca del río Guadalhorce hacia oriente.

El río Guadiaro, corre de NE a SO y separa la Serranía de Ronda de las Sierras de Libar y Ubrique, mediante un profundo valle con perfil en V.

De esta manera los extremos oriental y occidental del Tramo estudiado, corresponden a zonas bajas con relieve de suaves lomas, del tipo "cesta de huevos". Esta morfología deriva de la presencia de grupos litológicos margo—arcillosos fundamentalmente.

La región de la Sierra de Libar, se caracteriza por la existencia de grandes desniveles y por la orientación de los relieves montañosos de NE a SO, debido a la existencia de grandes pliegues con esta misma orientación.

La zona correspondiente a la Serranía de Ronda, alcanza las cotas más altas, pero de forma gradual y progresiva y sin grandes desniveles, siendo su paisaje típicamente de superficie de lapiaz.

4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO

Estos pueden sintetizarse con arreglo a los diversos grupos geotécnicos definidos:

- A) Para las formaciones rocosas masivas, resistentes, poco erosionables y diaclasadas (001), solo son previsibles algunos problemas locales de pequeños desprendimientos de bloques desgajados de la masa rocosa.
- B) Para las formaciones rocosas estables, con estratificación o foliación bien desarrollada, resistentes a la erosión (100a, 313b, y 100d) solo hay que tener en cuenta problemas locales de deslizamientos e inestabilidad del coluvión que les recubre, si bien el grupo 313b, da lugar en todos los casos a un litosuelo estable.
- C) Para las formaciones calcáreas masivas y karstificadas, estables (110, 220c, 220a, 221a, 210b, 210a, 100e y 322b), hay que tener en cuenta problemas locales de desprendimientos, a partir de las cornisas calizas a que dan lugar estos grupos en algunos puntos.
- D) Para las formaciones de litología variable (alternancias), con esquistosidad y estratificación bien desarrollada, estabilidad y erosionabilidad media (100b, 100c, 230, 220b, 213, 212, 211, 010 y 313a), existen problemas locales de deslizamientos en masa, favorecidos por los planos de estratificación o de esquistosidad que son cortados por los taludes artificiales.
- E) Para los materiales arenoso—conglomeráticos, con cementación variable y estables (321a, 350, 321b y 160) solo se encuentran casos locales de desprendimientos de

distintos tamaños, localizados en las cornisas o taludes verticales a que dan lugar, en especial el grupo 321a.

- F) Las formaciones arcillo—margas, erosionables e inestables, con plasticidad alta, (313c, 312a, 312b, 310 y 322a), presentan numerosos problemas geotécnicos, no locales sino generalizados a toda el área de su afloramiento, ya que estos materiales son homogéneos y masivos y sus propiedades prácticamente constantes en todas las localidades. Se caracterizan por la gran cantidad de deslizamientos según coladas de barro, o en masa según conchas y lenguas. También presentan en algunos puntos abarrancamientos muy fuertes y activos.
- G) Los suelos y coluviones cohesivos e inestables, (C1, C2, C3, C6, CV1 y CV2), presentan problemas análogos a los del grupo geotécnico anterior, aunque de menor cuantía, por tratarse precisamente de recubrimientos.
- H) Los suelos y aluviones cohesivos con estabilidad media (A1, A2, A3, A4, T1, T2, V1, V2, y C7) no plantean ningún problema geotécnico y por otra parte son susceptibles de explotación como materiales granulares, excepto los grupos V1 y V2. Para los grupos A1 y A4 (Aluviales) se necesitaría la utilización de estructuras con cierta longitud que permitiera cruzarlos.
- I) Los suelos y aluviones no cohesivos de estabilidad media (C5 y T3) sólo presentarían el problema de su desmoronamiento frente a las obras y taludes que puedan efectuarse en los mismos. La extensión que ocupan es, por otra parte, muy restringida.

4.3. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

La zona comprendida dentro del Tramo estudiado presenta grandes problemas de índole topográfica que excluyen la posibilidad de realización de grandes vías de comunicación en la mayor parte de la misma.

Los corredores sugeridos tienen en cuenta estos problemas topográficos por un lado, y por otro tratan de ajustarse a las necesidades de comunicación de la región en la cual queda englobado el Tramo estudiado.

Una valoración de estas necesidades ponen de manifiesto la existencia de un eje de comunicación y transporte a lo largo de la costa, uniendo las localidades de Cádiz, Málaga y Almería. Por otro lado se insinúa la necesidad de enlazar este eje costero con el eje Córdoba—Sevilla o del río Guadalquivir.

La zona estudiada queda fuera del eje costero mencionado. Por la misma podrían cruzar solamente dos enlaces entre este eje de comunicaciones y el eje del río Guadalquivir, (fig. 4.1.).

Con tal fin se propone un corredor a lo largo del valle del río Guadiaro, por donde en la actualidad pasa el Ferrocarril Madrid—Algeciras. El otro corredor pasaría por el extremo oriental del Tramo y seguiría el cauce del río Guadalhorce.

El primer corredor sugerido presenta, por otro lado, importantes problemas geotécnicos en cuanto a la inestabilidad de los grupos litológicos existentes en la Zona 1 por la que cruza, y a las fuertes pendientes de algunos tramos del Valle del río Guadiaro, dentro de la Zona 2. Este valle aparece con un perfil transversal en V. En estos lugares la realización de una obra lineal importante como una autopista, requeriría la realización de grandes taludes y terraplenes, ó bien la construcción de estructuras.

Otros inconvenientes de este corredor con su coincidencia con el trazado actual de ferrocarril y el problema de su salida y factibilidad fuera y al norte del Tramo, donde llega a alcanzar cotas de cierta importancia.

En resumen, la zona estudiada, no se presenta favorable para la ubicación de corredores o vías importantes de comunicación, debido al fuerte relieve existente y a su situa-

ción intermedia en relación a los dos ejes de comunicación importantes del sur de España y que son el eje de la Costa del Sol y el eje del Valle del río Guadalquivir. Considerando la necesidad de unión e intercomunicación entre estos dos ejes se proponen sendos corredores situados a lo largo de los ríos Guadiaro y Guadalhorce.

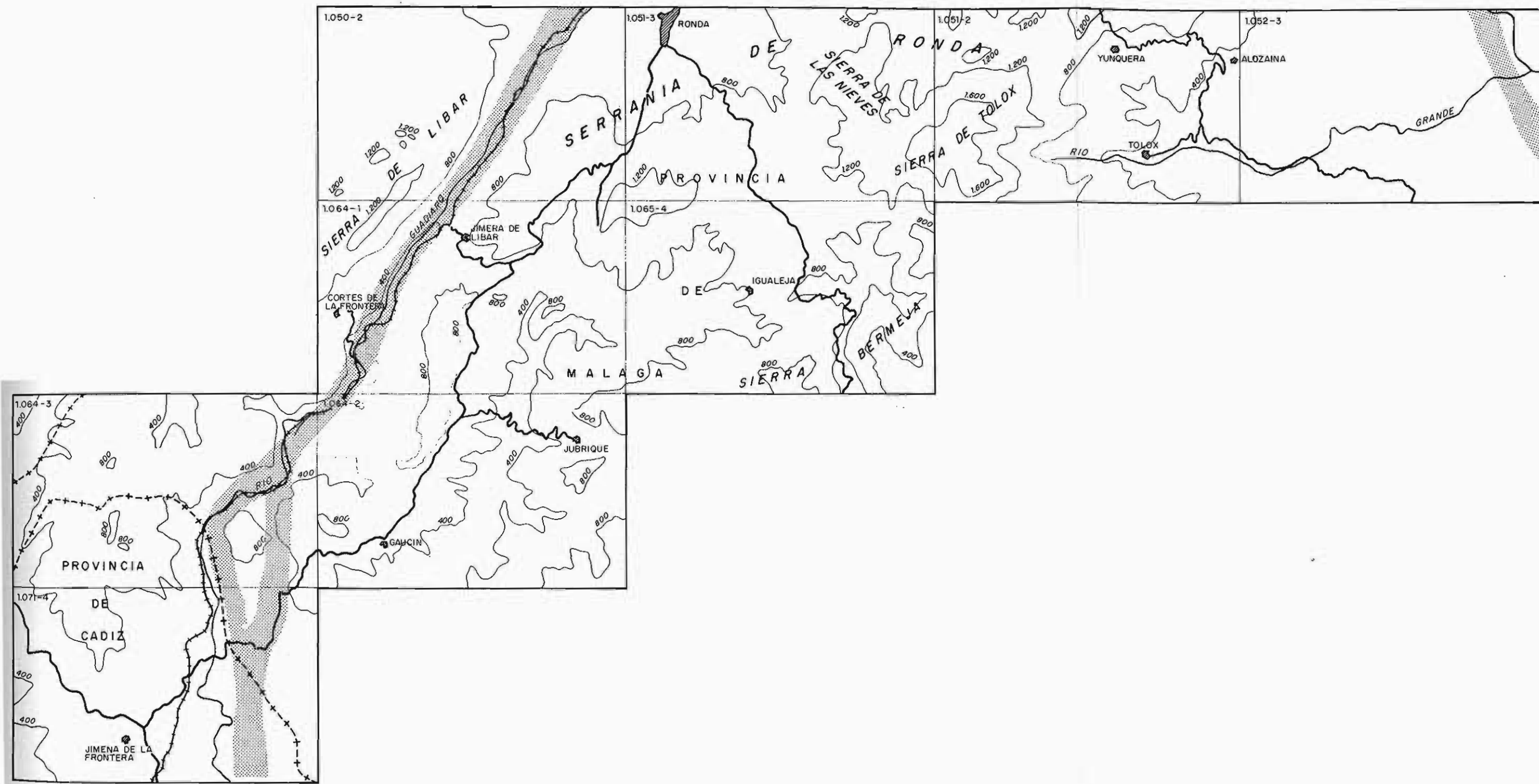


Fig. 4.1 - TRAZADOS PREFERENTES

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

El presente trabajo no incluye un estudio detallado de los yacimientos de materiales de la zona porque dicho estudio desbordaría, por su metodología especial y su amplitud, el alcance de los Estudios Previos de Terrenos.

Sin embargo, se ha considerado conveniente presentar en forma ordenada la información sobre yacimientos recogida con motivo de la realización del presente Estudio Previo. Estos datos, aunque no constituyen un estudio sistemático y exhaustivo, pueden ser útiles para futuros trabajos.

La información que se expone y valora a continuación, se refiere exclusivamente a yacimientos de materiales utilizables en obras de carretera (canteras, graveras y materiales para terraplenes). Se ha dedicado un apartado especial a aquellos yacimientos que, por su importancia o interés especial, pueden justificar un estudio posterior más detallado.

5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS

Tal como puede verse en las figuras 5.1 y 5.2., casi la totalidad de las canteras en explotación o de explotación abandonada, se ubican sobre materiales calizo—dolomíticos, o bien mármoles. La excepción corresponde al yacimiento 8 situado sobre rocas arcillosas y actualmente destinado para la fabricación de cerámica para la construcción.

La mayor parte de estos yacimientos quedan englobados dentro de la Zona 2, de carácter eminentemente calizo, como puede comprobarse en este estudio.

El número de explotaciones es reducido, dada la escasa densidad de población y las pocas necesidades de áridos que hasta la fecha se han presentado en la Serranía de Ronda, la cual queda cruzada por escasas vías de comunicación. Sólo recientemente se han abierto nuevas canteras para el suministro de las obras de mejoramiento de la carretera de Ronda a San Pedro de Alcántara (Yacimientos núms. 9, 10, 11, 12 y 13).

Se da la circunstancia de que algunas de las canteras abiertas sobre los grupos litológicos 221 a (yacimiento núm. 6) y 210 b, (yacimientos núms. 11 y 12) presentan un gran ahorro en las labores de machaqueo dada la brechificación que posee la roca.

5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

Son escasos dentro del Tramo estudiado, debido al predominio de litosuelos y relieves altos y abruptos, con coluviales no muy desarrollados y valles en V encajados, con aluviales escasamente desarrollados.

No obstante, los escasos recursos existentes al respecto han sido explotados en algunos lugares, así el coluvión tipo canchal de cuarcitas de Benarraba (C5) ha sido explotado no hace mucho tiempo. También se han extraído las gravas heterométricas del fondo del valle del río Genal (A3). La explotación más importante y con mayores posibilidades en cuanto a reservas y economía de explotación corresponde a la del Aluvial del Río Grande, que se extiende y enlaza con los aluviones del Río Guadalorce del cual es afluente.

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

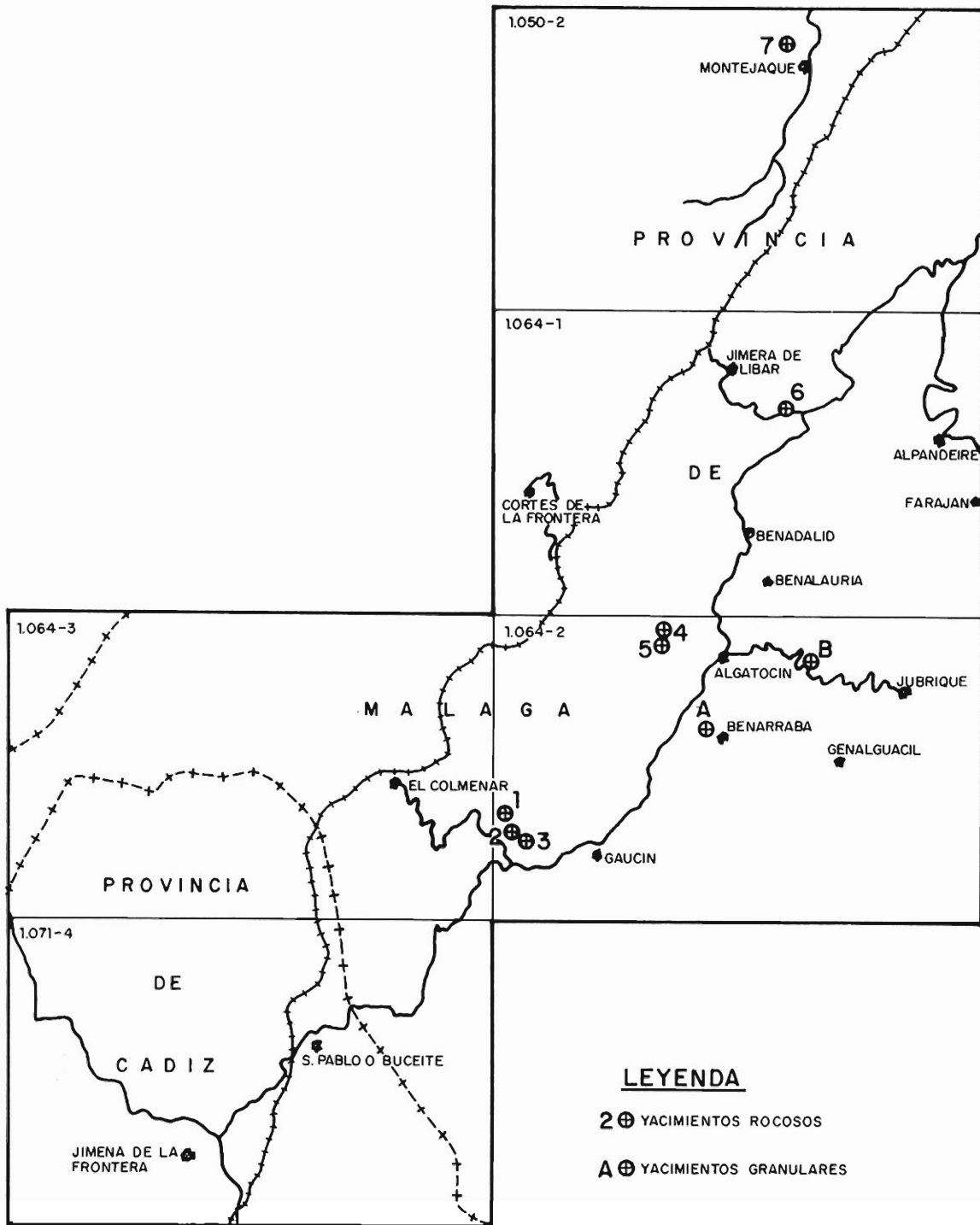


Fig. 5.1—ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS

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

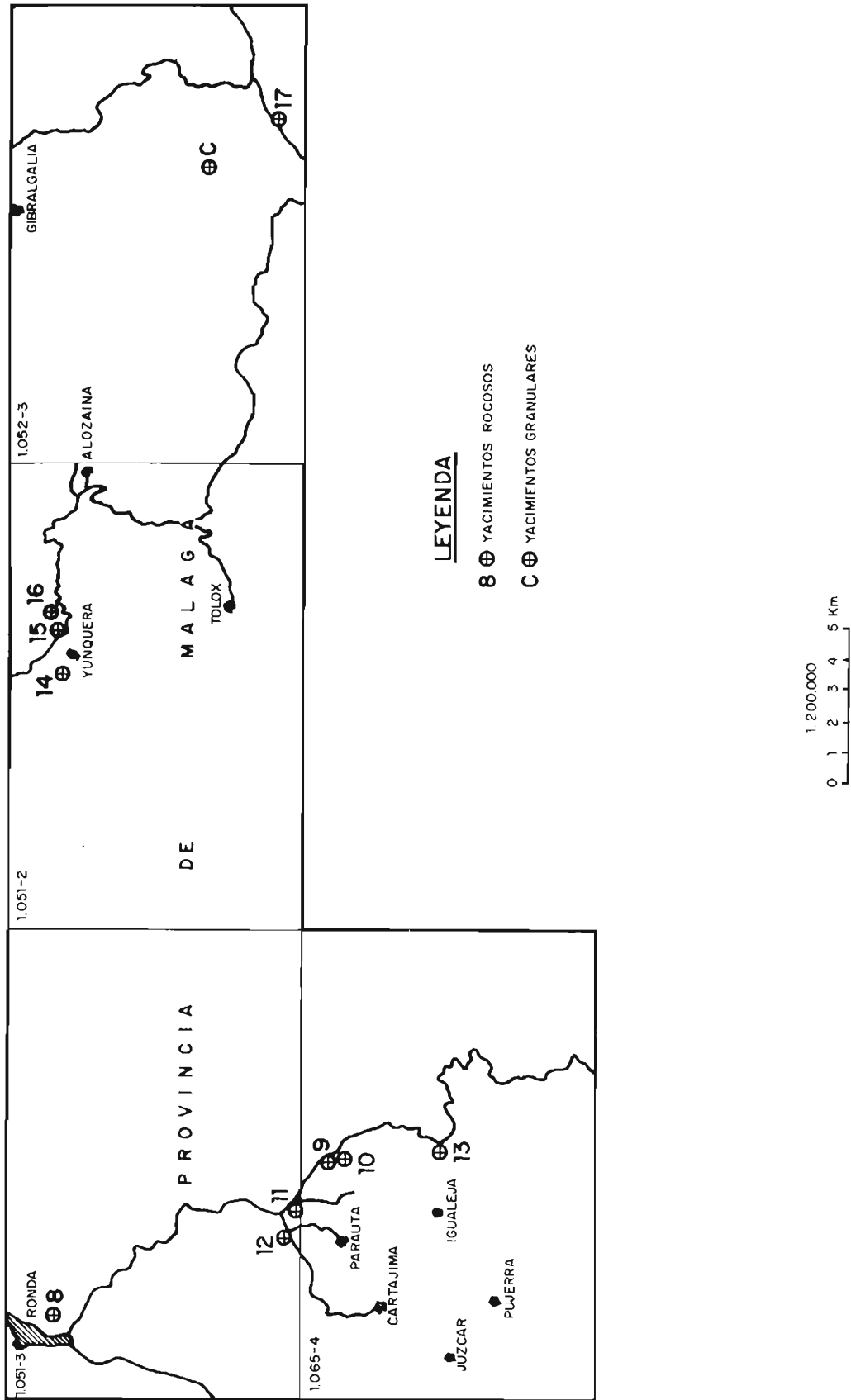


Fig. 5.2-- ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS

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

5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES

Los materiales óptimos para este tipo de obra también son escasos, al faltar depósitos granulares, no plásticos y fácilmente ripables, como podrían ser los depósitos fluviales (aluviones, terrazas y cono de deyección), los canchales, derrubios, etc.

Pese a existir abundantes afloramientos calizos, no se observan canchales y derrubios de ladera importantes, lo que hace suponer que los fenómenos de gelivación y acción del hielo tienen escasa importancia a lo largo del año.

Estas circunstancias han hecho utilizar como material de terraplén en obras viales recientes, las arcillas del grupo 312 a, que se encuentran en muchos lugares y son fácilmente ripables, las cuales, en áreas de copiosas lluvias pueden fluir plásticamente en muchos lugares. Se han observado este tipo de fenómenos en varios tramos de carreteras locales o comarcales.

5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE

Son precisamente aquellos yacimientos granulares susceptibles de explotación, dada la escasez de los mismos dentro del Tramo.

Al contrario ocurre con las masas canterables (calizas), las cuales son explotables en su mayoría y para las cuales habría que analizar, aparte de la calidad del material, la economía de explotación para cada caso concreto, dado el gran abanico de posibilidades existentes al respecto.

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

5.6. CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS

YACIMIENTOS ROCOSOS				
DENOM.	HOJA 1/50.000	GRUPO LITOLOG.	TIPO DE ROCA	ACCESOS
1	1064-2	221a	Calizas arenosas con brechificación variable	Carretera de Gaucín a El Colmenar
2	1064-2	221a	Calizas arenosas con brechificación variable	Carretera de Gaucín a El Colmenar
3	1064-2	221a	Calizas arenosas con brechificación variable.	Carretera de Gaucín a El Colmenar
4	1064-2	221a	Calizas arenosas con brechificación variable.	Carretera de Algatocín a Cortes de la Frontera
5	1064-2	221a	Calizas arenosas con brechificación variable.	Carretera de Algatocín a Cortes de la Frontera
6	1064-1	221a	Calizas arenosas intensamente trituradas.	Carretera de Atajate a Jimera de Libar
7	1050-2	230	Calizas micríticas	Camino desde la Carretera de Montejaque a Ronda
8	1051-3	312a	Arcillas y margas	Camino desde Ronda a Montejaque.
9	1065-4	220a	Brecha caliza	Carretera de Ronda a San Pedro de Alcántara
10	1065-4	220e	Brecha caliza	Carretera de Ronda a San Pedro de Alcántara
11	1051-3	210b	Dolomías micríticas grises	Cruce de carreteras de Ronda a San Pedro de Alcántara y de Ronda a Igualeja.
12	1051-3	210b	Dolomías micríticas grises	Carretera de Cartajima a Ronda
13	1065-4	210	Dolomías micríticas grises	Carretera de Ronda a San Pedro de Alcántara
14	1051-2	210a	Mármoles brechificados	Camino que sale de las inmediaciones de Yunquera hacia el Oeste.
15	1051-2	210a	Mármoles brechificados	Carretera del Burgo a Alozaina en las inmediaciones de Yunquera
16	1051-2	210a	Mármoles brechificados	Carretera del Burgo a Alozaina en las inmediaciones de Yunquera
17	1052-3	110	Mármoles	Carretera de Coín a Cártama.

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

YACIMIENTOS GRANULARES				
DENOM.	HOJA 1 / 50.000	GRUPO LITOLOG.	TIPO DE ROCA	ACCESOS
A	1064-2	C5	Canchal cuarcítico con matriz arenosa y arcillosa.	En la carretera a Benarraba desde la carretera de Ronda a Algeciras.
B	1064-2	A3	Gravas subredondeadas de rocas metamórficas con matriz limo-arenosa.	En la carretera de Algotocín a Jubrique.
C	1052-3	A4	Gravas heterométricas con matriz limo-arcillosa	Varios caminos que salen de la carretera de Coín a Alhaurín.

6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- DIDON, J. (1960).— "Le Flysch gaditan au Nord et au Nord — Est d'Algeciras". Bull. Soc. Géol. France (7) T. II p. 352–361.
- DIDON, J. (1961).— "Les unités ultra-bétiques de la zone du Flysch gaditan au Nord — Est d'Algeciras" (Schema tectonique et interpretation paleogeographique).
- DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES.— "Datos climáticos para carreteras", Madrid 1964.
- DURAND DELGA, M. (1960).— "Existencia de un Flysch margo-yesoso del Titónico-Neocomiense al Norte de Gibraltar" (España Meridional). Not. y com. Inst. Geol. y Minero de España, núm. 57 (P. 193 — 198).
- DURR, Sr. H. (1967).— "Geologie der Serrania de Ronda und ihrer südwestlichen Ausläufer (Andalusien). Feol. Romana, vol. VI, pp. 1–73.
- FALLOT, P. (1948).— "Les Cordilleres Bétiques". Est. Geol. núm. 8 (p. 83–172).
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO.— Mapa geológico de España E 1:200.000. Memoria explicativa de la hoja núm. 87 Algeciras.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO.— Mapa geológico de España E 1:200.000. Memoria explicativa de la hoja núm. 82. Morón de la Frontera.
- MAUTHE, F. (1971).— "La geología de la Serranía de Ronda" (Cordillera Bética Occidental). Bol. Geol. Min. T — LXXXII (p. 1,36).
- M.O.P. (1975).— Estudio Previo de Terrenos. Tramo: Rute—Málaga 75/3.
- M.O.P. (1976).— Estudio Previo de Terrenos. Tramo: Benalmádena—Manilva 76/1.

7. APENDICE PETROGRAFICO

Se incluye aquí el análisis de diversas muestras seleccionadas del total de los grupos litológicos. Esta selección se realizó tratando que fuese lo más representativa posible. Para su estudio se ha realizado la correspondiente lámina delgada, que ha sido teñida mediante el método de la Alizarina roja – ferrocianuro potásico.

En su descripción hemos utilizado el siguiente orden:

Composición – Textura – Clasificación – Observaciones.

Tenemos que indicar que en las muestras calcáreas, el contenido en arcillas es solo aproximado ya que su estimación al microscopio es muy insegura.

CAPAS ROJAS DE JIMERA DE LIBAR (230)

Composición.

Calcita	85%
Arcilla	15%

Textura.

Micrita con foraminíferos planctónicos tipo "Globotruncana". Los únicos aloquímicos son dichos foraminíferos que a veces aparecen rotos, y que constituyen el 20 por ciento del depósito.

La micrita presenta una laminación muy ligera.

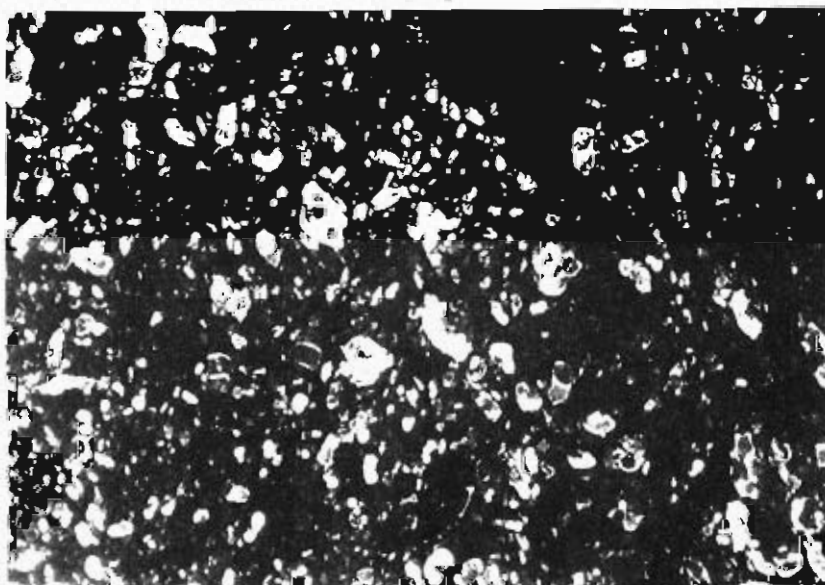


Foto 77. Caliza micrítica del grupo 230 (n.c. x 25)

Clasificación.

BIOMICRITA – WACKSTONE DE FORAMINIFEROS.

Observaciones.

La porosidad es prácticamente nula existiendo únicamente alguna de tipo fractura. El medio de sedimentación es marino de aguas profundas.

SERIE CLASTICO–CARBONATADA DE LA SERRANIA DE RONDA (213)

Composición.

Calcita	68 ^o / _o
Cuarzo	30 ^o / _o
Arcilla	2 ^o / _o
Feldespatos K	trazas.

Textura.

Granos, fundamentalmente de cuarzo, cementados por pseudo–esparita.

Los granos son de subredondeados a angulosos, estando bien seleccionados y presentando un tamaño medio de 75 micras con un centil de 600 micras.

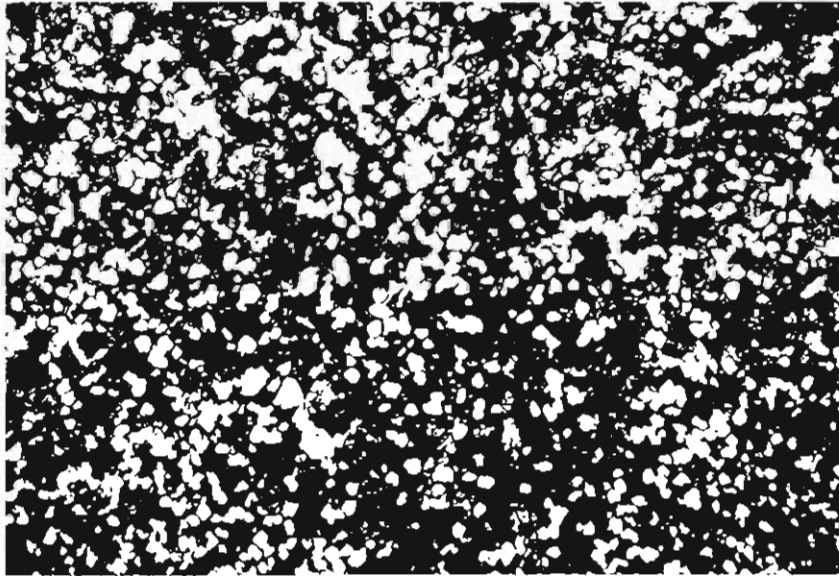


Foto 78. Caliza arenosa del grupo 213 (n.c. x 25)

Predominan los granos de cuarzo monocristalino, aunque existen algunos policristalinos, estirados, de chert, y algún feldespato potásico muy escaso. Es frecuente que presenten un aspecto corroído debido al ataque del carbonato.

El cemento está constituido por calcita pseudoesparítica de 350 micras de tamaño más frecuente. La pseudoesparita presenta algunas texturas de dedolomitización.

Clasificación.

CUARZO–ARENITA DE CEMENTO CALCAREO

Observaciones.

La clasificación de esta roca puede ser controvertible, ya que si bien en la actualidad la roca es una cuarzoarenita limpia, en el momento de la deposición puede que el sedimento fuera una micrita muy rica en cuarzo (Yackstone de cuarzo) que posteriormente pudo ser dolomitizada y en una posterior emersión dedolomitizada, originándose la mineralogía y textura visibles en la actualidad.

La porosidad, intercrystalina e interparticular, es baja.

CALIZAS DE LA SIERRA DE LIBAR (220 c)

Composición.

Calcita	93%
Arcilla	7%

Textura.

Se observa la existencia de microoncolitos, muy difusos debido a las recristalizaciones postdeposicionales. El tamaño medio de los microoncolitos es de 700 micras. Aparecen algunos restos que pudieran atribuirse a ostrácodos.

Aparecen algunos poros rellenos de cemento calcítico mesocrystalino

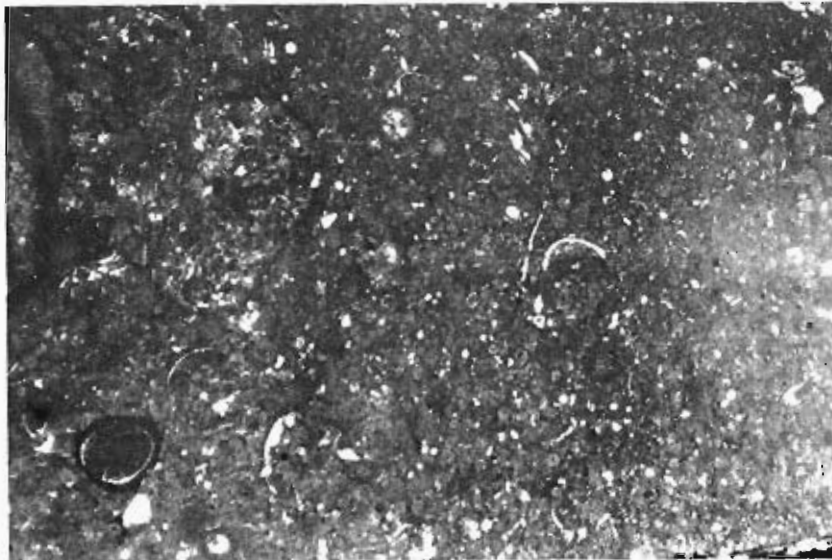


Foto 79. Caliza fosilífera del grupo 220c (n.c. x 25)

Clasificación.

CALIZA MICROONCOLITICA – BIOLITITA

Observaciones.

La porosidad es muy baja.

El medio deposicional quizás pudiera ser lacustre.

CALIZAS MARGOSAS DE LA SIERRA DE LAS NIEVES (220b)

Composición.

Calcita	97%
Arcilla	3%

Textura.

Micrita con escasos peloides, transformándose en microesparita. Existen posibles restos de fósiles más o menos equidimensionales muy recristalizados y prácticamente irreconocibles.

Son muy frecuentes las venillas de calcita micro a mesocristalina.

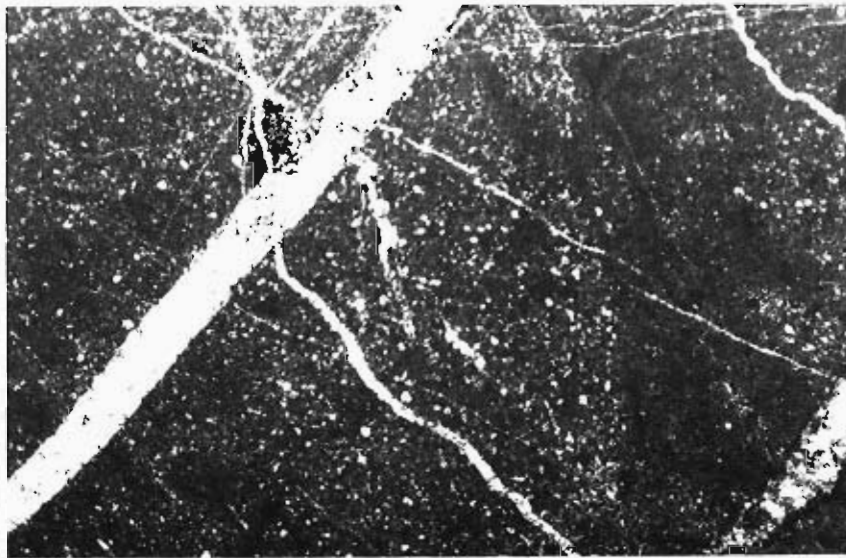


Foto 80. Caliza micrítica del grupo 220b (n.c. x 25)

Clasificación.

MICRITA – MUDSTONE RECRISTALIZANDO A MICROESPARITA

Observaciones.

Ligera porosidad tipo "vuggy".

Son muy abundantes los estilolitos, que presentan diferentes direcciones.

BRECHA CALIZA DE LA NAVA (220a)

Composición.

Calcita	18%
Dolomita	81%
Cuarzo	1%

Textura.

Mosaico xenotípico de dolomita microcristalina. El tamaño medio de los cristales es

de 30 micras. Presenta numerosas fracturas rellenas por un primer cemento de naturaleza dolomítica, macrocristalino, con procesos incipientes de dolomitización, al que sigue un cemento calcítico macrocristalino, asociado a una ligera silicificación.

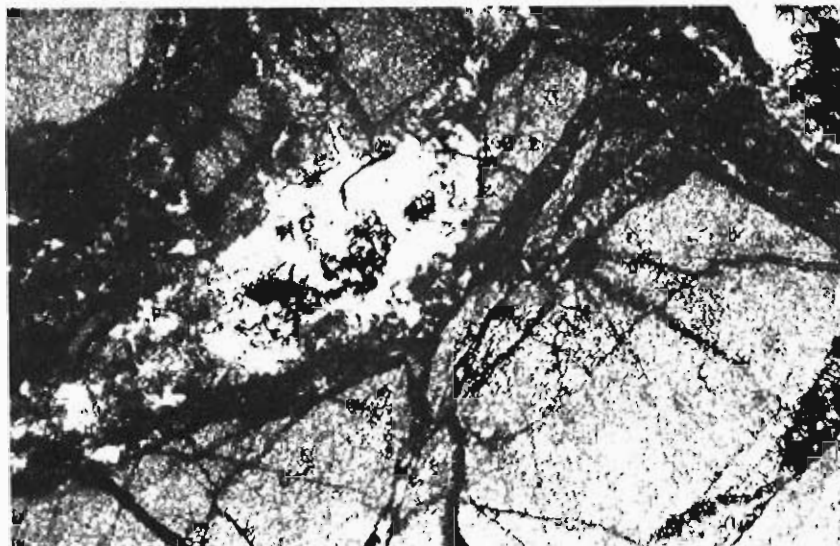


Foto 81. Dolomía microcristalina y brechoide del grupo 220a (n.c. x 25)

Clasificación.

DOLOMIA MICROCRISTALINA

Observaciones

Porosidad escasa intercristalina.

De las características texturales se deduce la existencia de un mínimo de dos fases de dolomitización.

DOLOMIAS BRECHOIDES DE LA SERRANIA DE RONDA (221a)

Composición.

Calcita	95%
Arcilla	4%
Cuarzo	1%

Textura.

Micrita con peloides muy alterada por procesos de microesparitización y pseudoesparitización. Aparecen algunos pisolitos verdosos difusos y ligeros procesos de silicificación. Existen cementos calcáreos mesocristalinos relleno de poros y grietas. Localmente presenta algunas ferruginizaciones.

Clasificación.

MICRITA – MUDSTONE CON PELOIDES CALICHIFICADA.

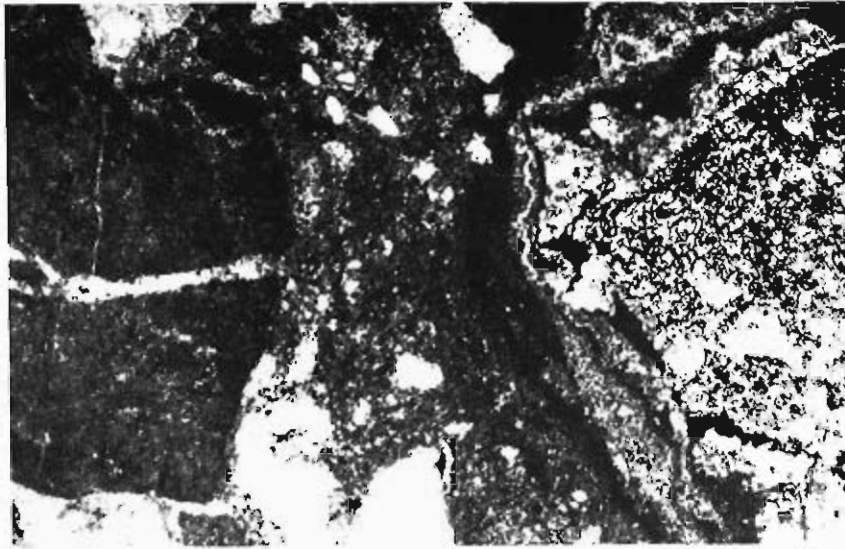


Foto 82. Caliza micrítica del grupo 221a (n.c. x 25)

Observaciones.

Porosidad apreciable tipo "vuggy" e intercrystalina.

Los caracteres texturales indican claramente la existencia de procesos de calichificación, aunque ésta puede ser reciente.

CAPAS ROJAS DE JIMENA DE LIBAR (230)

Composición.

Calcita	94%
Dolomita	2%
Arcilla	4%

Textura.

Micrita alterada a microesparita y sobre todo a pseudoesparita. El tamaño medio de estos últimos cristales es de 200 micras.

Presenta algunos poros rellenos de cemento dolomítico mesocrystalino con indicios de dedolomitización.

Clasificación.

MICRITA – MUDSTONE recristalizado parcialmente.

Observaciones.

Porosidad baja intercrystalina y "vuggy"

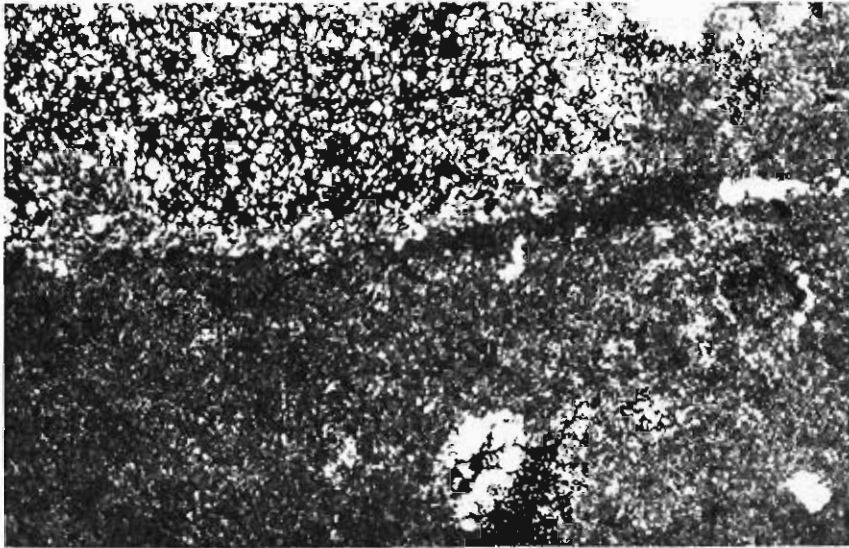


Foto 83. Caliza micrítica del grupo 230 (n.c. x 25)

CALIZAS MARGOSAS DE LA SIERRA DE LAS NIEVES (220b)

Composición.

Calcita	93%
Arcilla	7%
Cuarzo	trazas.

Textura.

Micrita con restos muy escasos de foramníferos y bivalvos.

Presenta numerosas fracturas rellenas de cemento calcítico generalmente macrocristalino y muy ligeras silicificaciones.

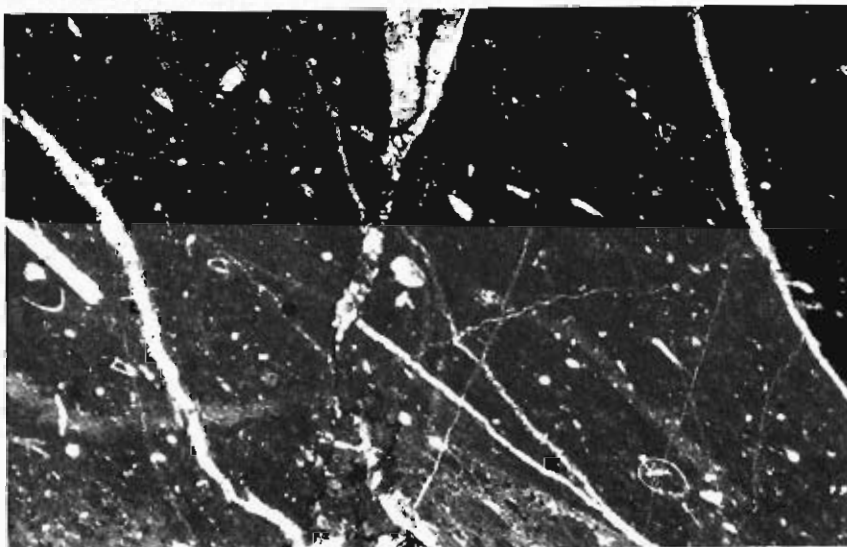


Foto 84. Caliza micrítica del grupo 220b (n.c. x 25)

Clasificación.

MICRITA – MUDSTONE

Observaciones.

Porosidad muy escasa de fractura.
Existen algunos estilolitos.

MARMOLES DE YUNQUERA (210 a)

Composición.

Dolomita 100%

Textura.

Mosaico xenotípico de dolomita mesocrystalina cuyo tamaño más frecuente es de 200 micras.

Los cristales dolomíticos suelen presentar líneas de maclado.



Foto 85. Mármol mesocrystalino del grupo 210a (n.c. x 25).

Clasificación.

DOLOMIA MESOCRISTALINA

Observaciones.

Porosidad baja intercrystalina y "vuggy".

FILITAS Y ESQUISTOS DEL RIO GENAL (100b)

Composición.

Cuarzo dominante
Biotita y Moscovita abundantes
Granate
Estaurolita
Feldespatos potásico escaso.

Textura.

Abundante cuarzo granoblástico. Esquistosidad lepidoblástica definida por biotita alterada y moscovita. Fenoblastos de granate y estaurolita.



Foto 86. Esquisto con estaurolita del grupo 100b (n.c. x 25)

Clasificación.

ESQUISTO GRANATIFERO ESTAUROLITICO

Observaciones.

Metamorfismo de mesozona.

ROCA PLUTÓNICA EN RELACION CON LA PERIDOTITA DE SIERRA BERMEJA (001)

Composición.

Cuarzo dominante
Plagioclasa muy frecuente
Biotita abundante
Sillimanita
Granate
Moscovita

Feldespato potásico
Cordierita (?)

Textura.

Cuarzo muy abundante de textura suturada. La biotita está algo orientada definiendo una cierta foliación.

Clasificación.

GRANITO

Observaciones

Creemos que existen dos posibles explicaciones a las peculiaridades de este granito. Puede tratarse de un granito muy contaminado por pelitas, o bien puede que nos encontremos ante un posible enclave de roca esquistosa biotítica muy transformada, en el seno de una masa granítica.

GNEISES DE JUBRIQUE (100a)

Composición

Cuarzo dominante
Granate
Turmalina
Feldespato potásico
Albita rara

Textura.

Abundante cuarzo granoblástico
Esquistosidad definida por biotita y moscovita.
Fenoblastos de granate.



Foto 87. Gneis con granate del grupo 100a (n.c. x 25)

Clasificación

GNEIS GRANATIFERO

Observaciones

Roca de metamorfismo mesozonal

PIZARRAS Y GRAUVACAS DEL MANTO DE MALAGA (100c)

Composición.

Cuarzo muy dominante
Fragmentos de rocas silicificadas
Microclina
Plagioclasa muy escasa
Calcita

Textura.

Conglomerado arenoso con cantos de metacuarcita, esquistos silíceos, y fragmentos de rocas silicificadas. Los cantos están mal seleccionados son angulosos a subredondeados, con un tamaño máximo de un centímetro. La matriz es arenosa, silíceo, con escasos feldspatos que en algunos casos se encuentran carbonatados.

Aparecen algunas venillas de calcita ferrosa.

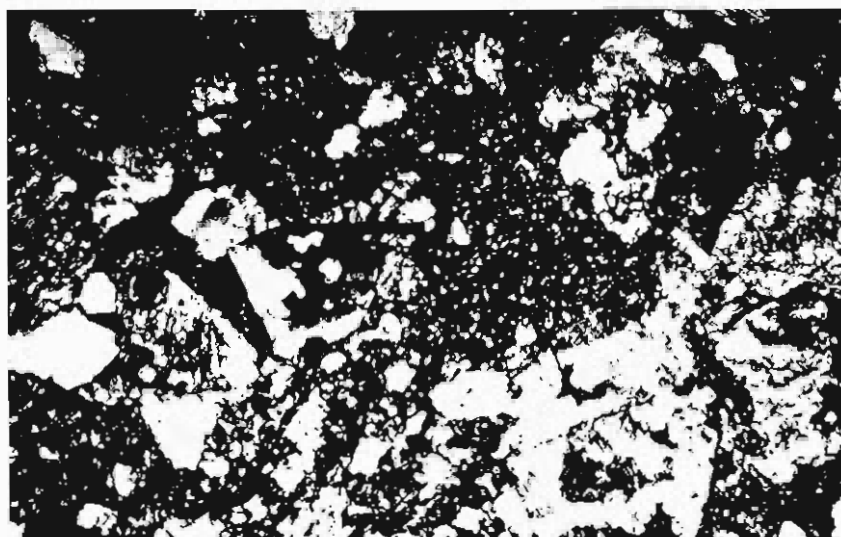


Foto 88.— Grauvaca lítica del grupo 100c (n.c, x 25)

Clasificación.

LITOARENITA MICROCONGLOMERATICA

Observaciones.

Porosidad interparticular baja.

GNEIS DE JUBRIQUE (100a)

Composición

Cuarzo muy abundante
Plagioclasa muy abundante
Biotita cloritizada
Moscovita
Feldespató potásico

Textura.

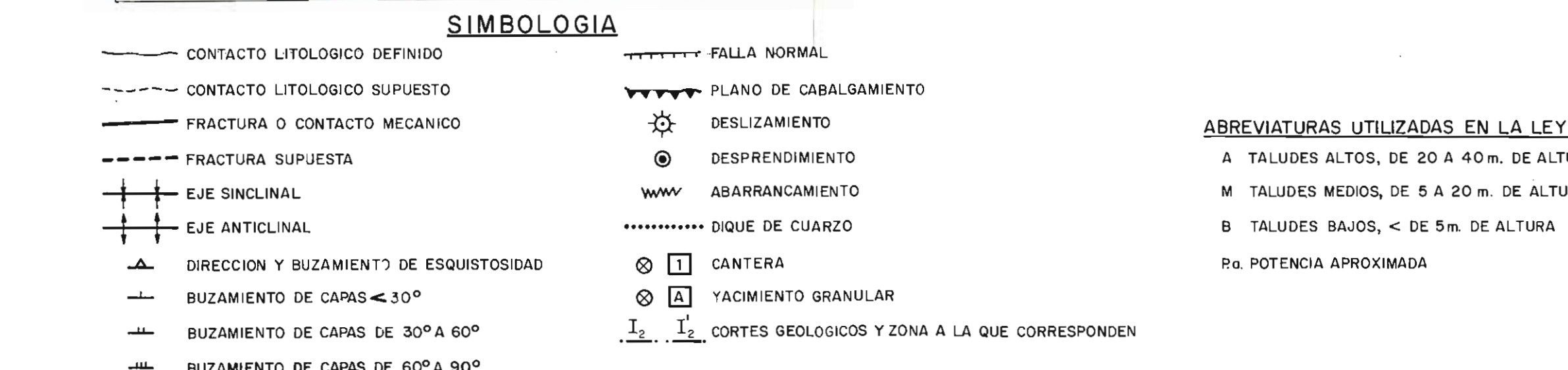
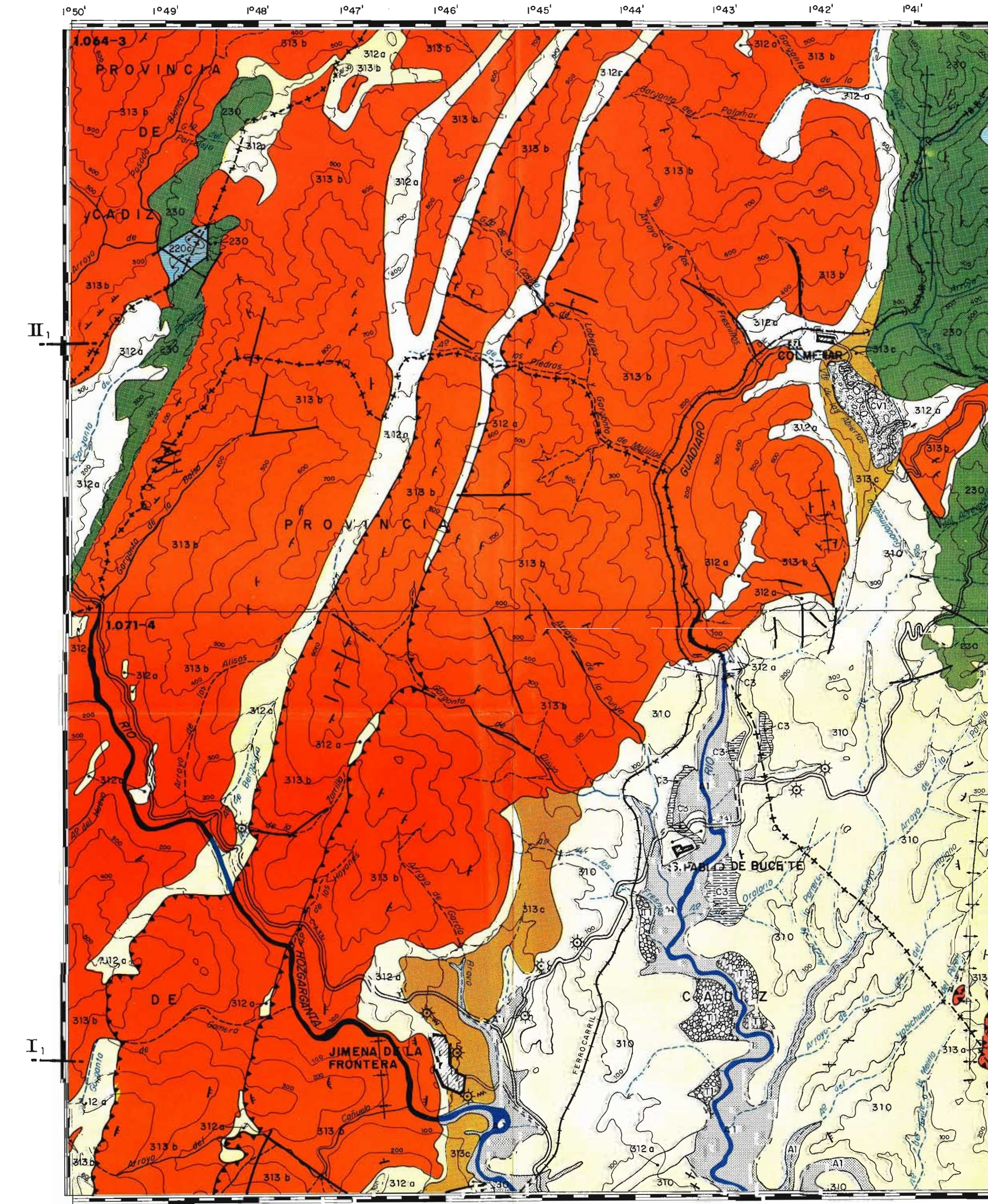
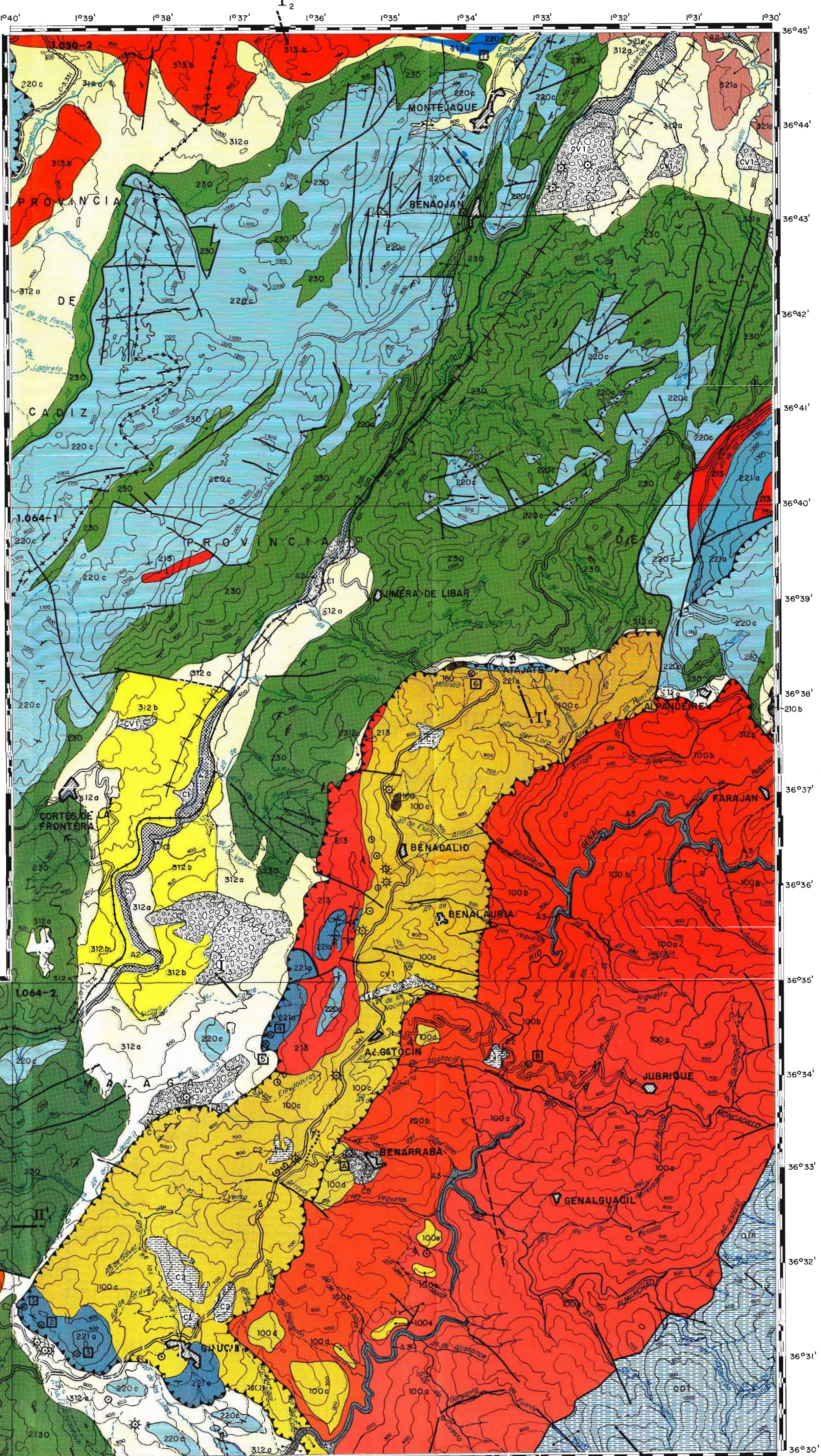
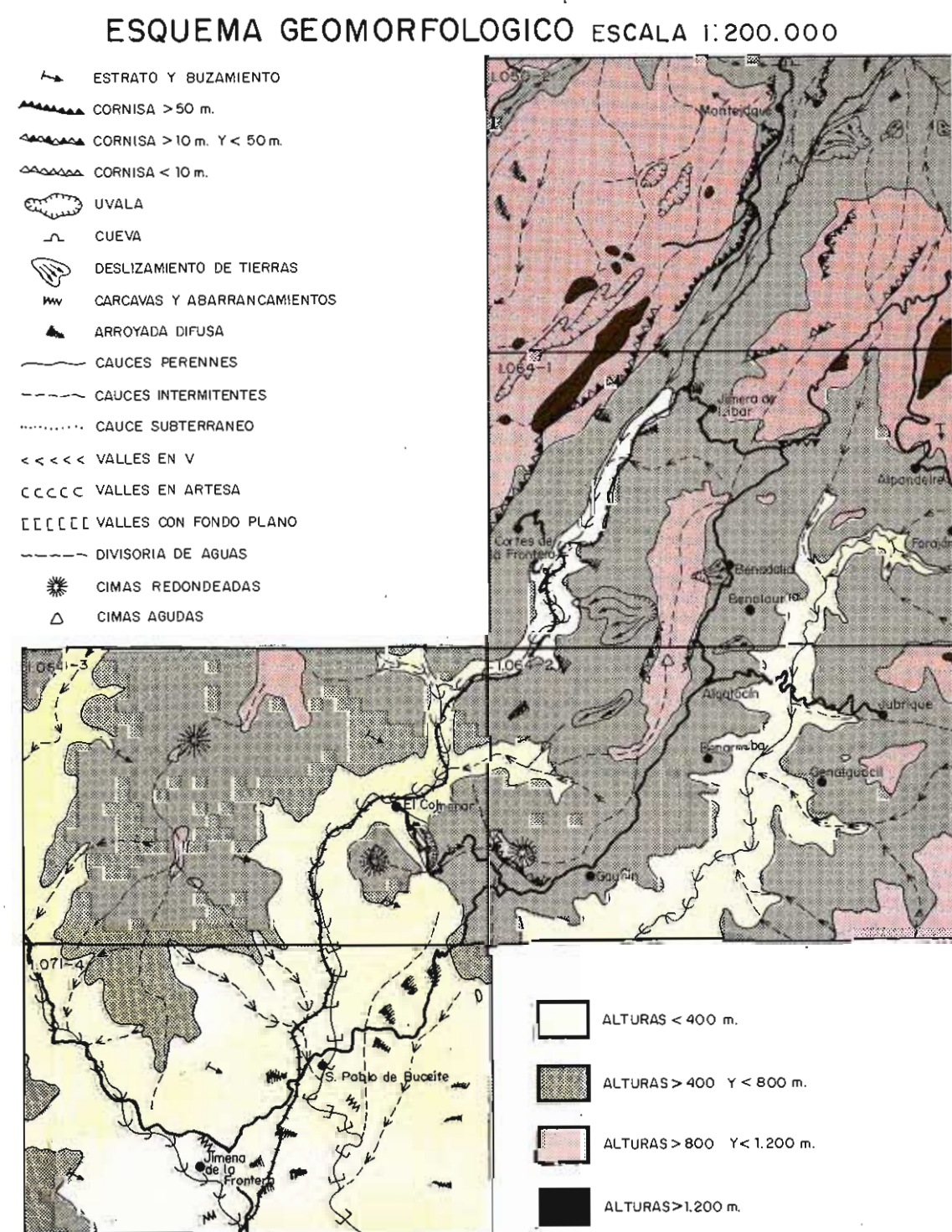
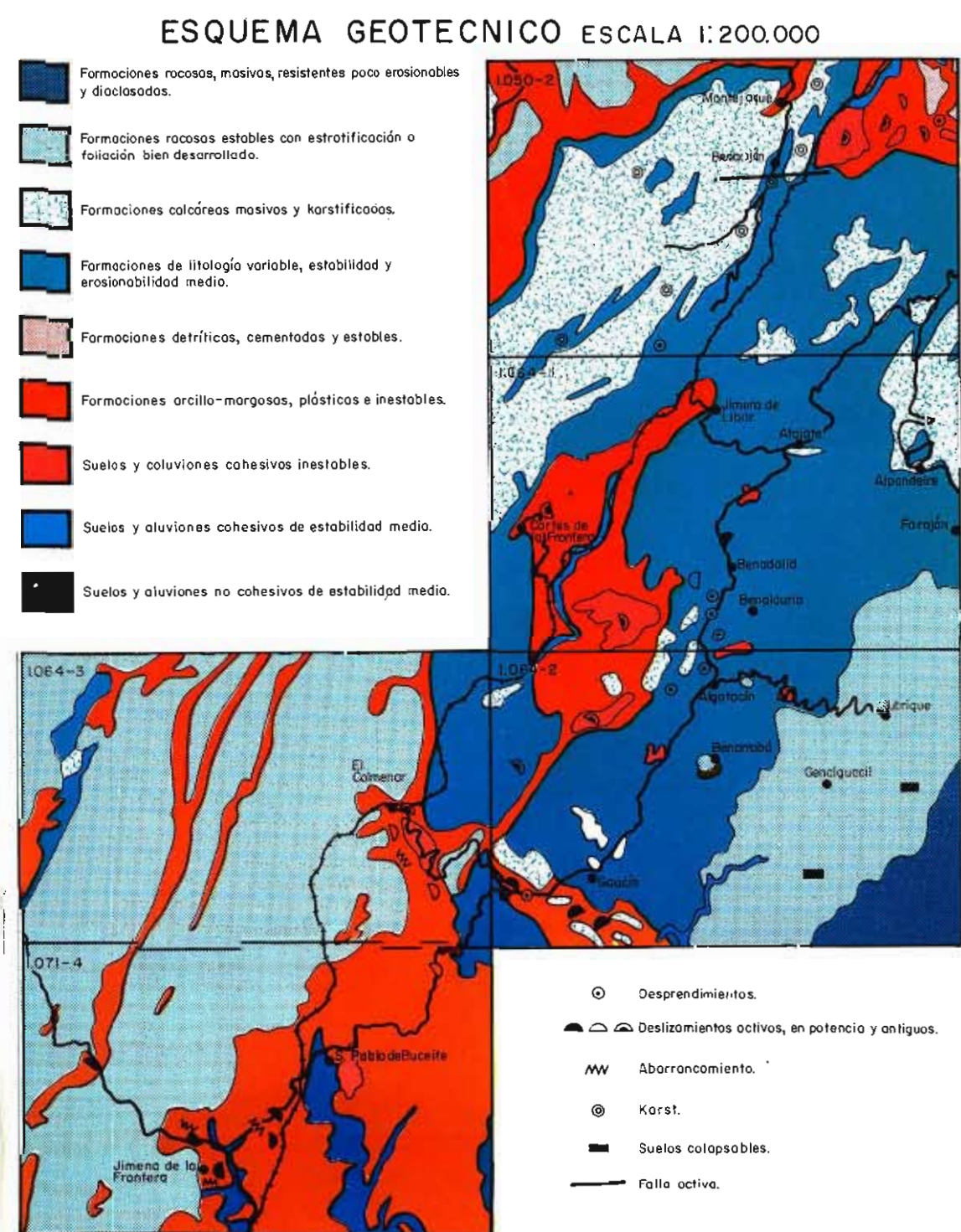
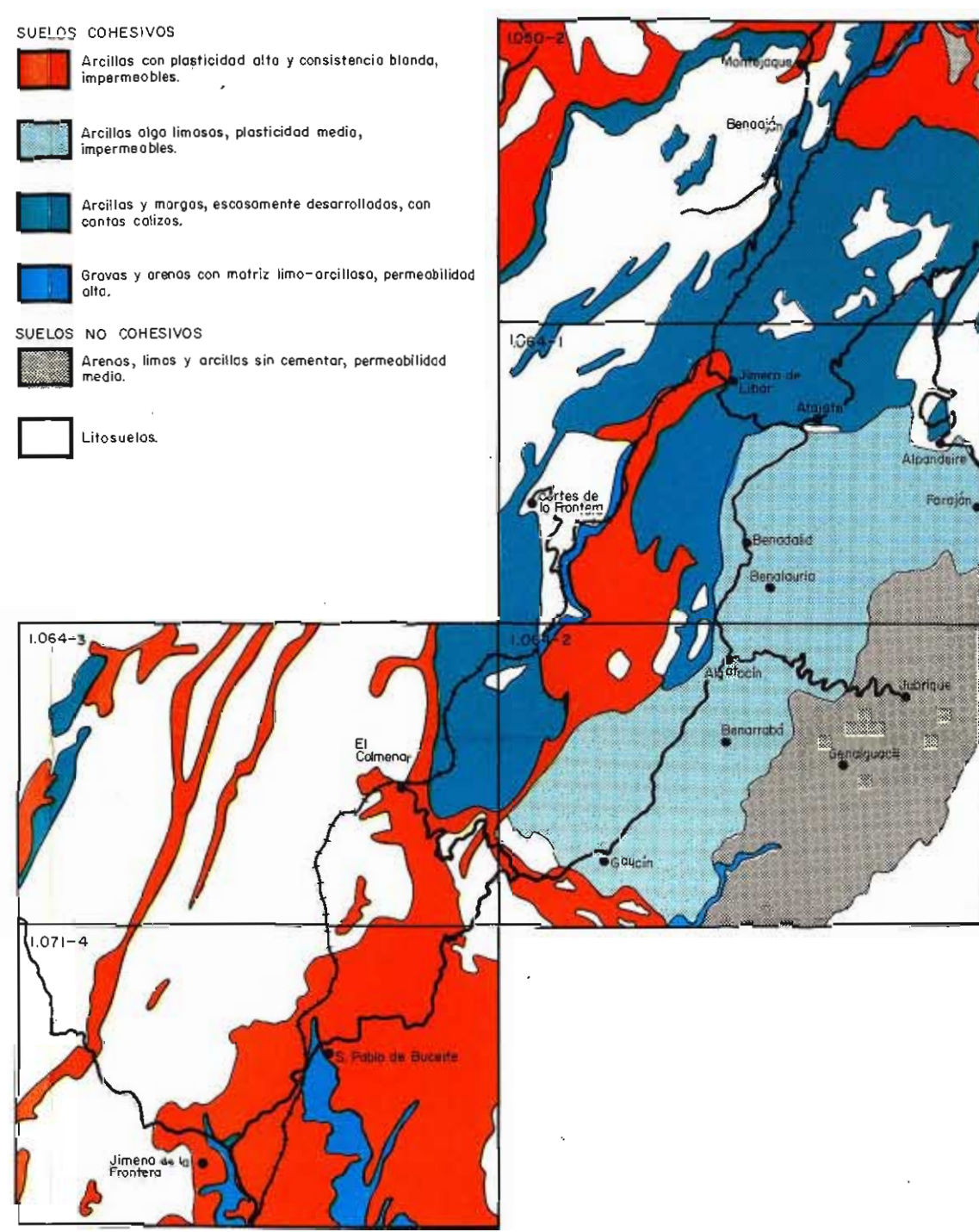
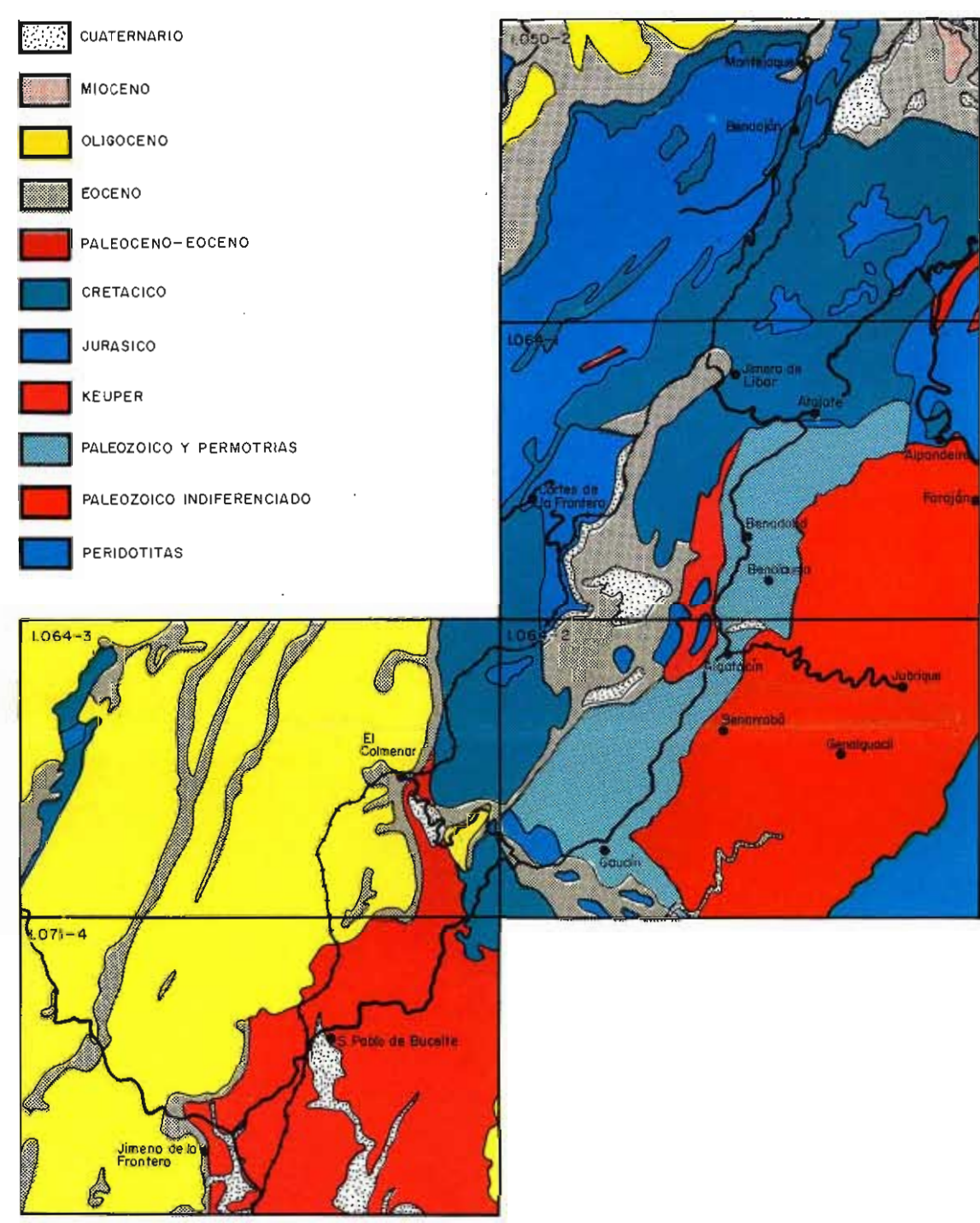
Presenta una ligera foliación apenas apreciable.
Se caracteriza por la gran alteración que muestran las plagioclasas.

Clasificación

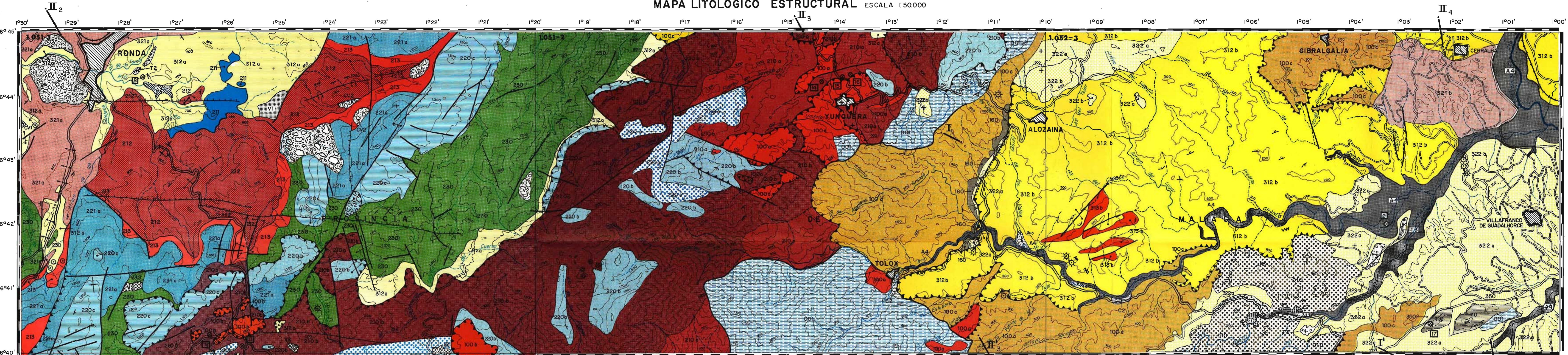
GRANODIORITA

Observaciones

En realidad se trata de un granitoide extraordinariamente alterado de tendencias granodioríticas.

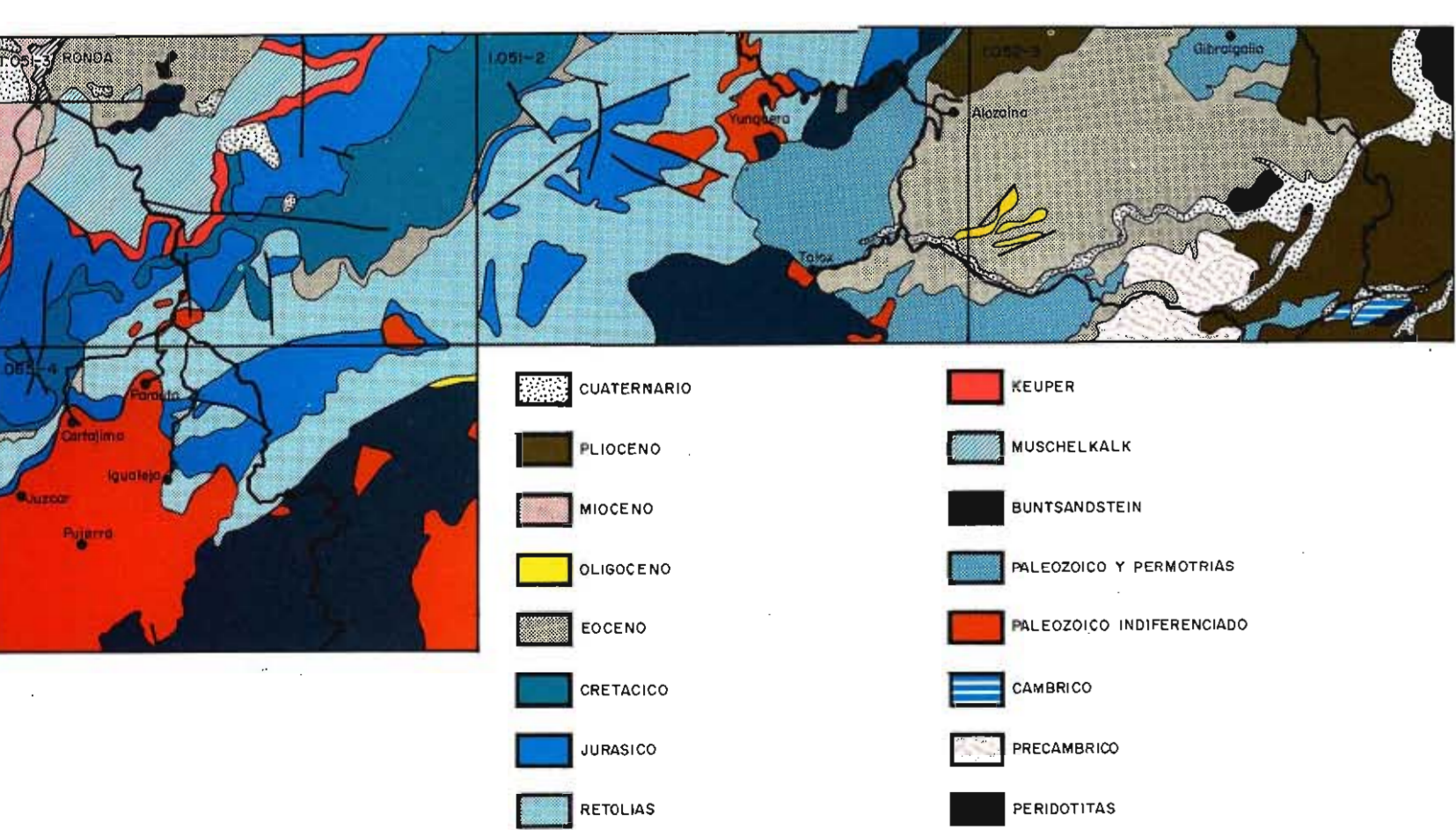


MAPA LITOLOGICO ESTRUCTURAL ESCALA 1:50.000

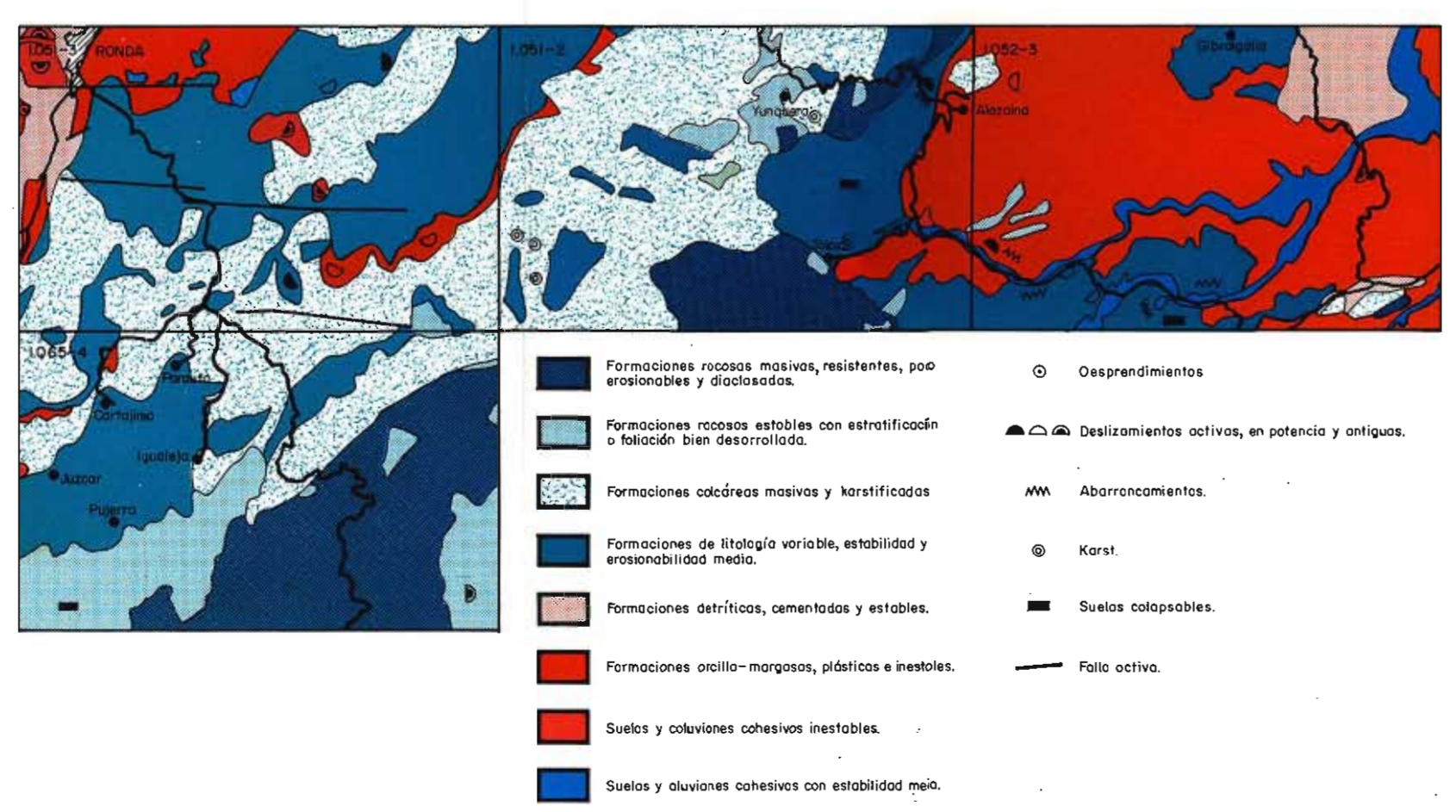


<p>DEPOSITOS RECENTES</p> <p>A2: Arenas y limos recientes, depositados en cauces de ríos, con arenas y limos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>A3: Arenas y limos recientes, depositados en cauces de ríos, con arenas y limos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>A4: Arenas y limos recientes, depositados en cauces de ríos, con arenas y limos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>T2: Grupos de limos, arcillas, gravas, arenas y arenas gruesas, de hasta 0,5 m de espesor, depositados en cauces de ríos, con arenas y limos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>T3: Arenas y limos recientes, depositados en cauces de ríos, con arenas y limos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>V1: Arenas y limos recientes, depositados en cauces de ríos, con arenas y limos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>V2: Arenas y limos recientes, depositados en cauces de ríos, con arenas y limos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>C1: Grupos de limos, arcillas, gravas, arenas y arenas gruesas, de hasta 0,5 m de espesor, depositados en cauces de ríos, con arenas y limos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>C2: Grupos de limos, arcillas, gravas, arenas y arenas gruesas, de hasta 0,5 m de espesor, depositados en cauces de ríos, con arenas y limos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>C6: Arenas y limos recientes, depositados en cauces de ríos, con arenas y limos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>C7: Arenas y limos recientes, depositados en cauces de ríos, con arenas y limos, con restos de vegetación y restos de animals.</p>	<p>ROCAS ULTRABASICAS</p> <p>001: Rocas ultrabásicas, gabbros, dioritos, granodioritos, con plagioclasa y hornblenda, con cuarzo y zirconio.</p> <p>GRUPO CALCAREO</p> <p>322 b: Calizas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>220 c: Calizas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>221 a: Calizas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>221 b: Calizas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>221 c: Calizas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>222 b: Calizas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>222 c: Calizas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>220 a: Calizas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>220 b: Calizas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>GRUPO METAMORFICO-CALIZO</p> <p>210 a: Calizas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>210 b: Calizas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>220 a: Calizas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>220 b: Calizas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>220 c: Calizas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>110: Metarocas, con restos de vegetación y restos de animales.</p>	<p>GRUPO METAMORFICO-ESQUISTOSO</p> <p>100 a: Esquistos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>100 b: Esquistos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>100 c: Esquistos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>010: Esquistos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>GRUPO CALIZO-MARGOSO</p> <p>230: Calizas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>213: Calizas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p>	<p>GRUPO DETRITICO-ARENOSO</p> <p>350: Arenas y limos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>321 a: Arenas y limos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>321 b: Arenas y limos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>313 b: Arenas y limos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>211: Arenas y limos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>160: Arenas y limos, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>GRUPO ARCILLO-MARGOSO</p> <p>CV1: Arcillas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>CV2: Arcillas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>322 a: Arcillas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>312 a: Arcillas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p> <p>312 b: Arcillas y margas, con restos de vegetación y restos de animales.</p>	<p>SIMBOLOGIA</p> <p>CONTACTO LITOLOGICO DEFINIDO</p> <p>CONTACTO LITOLOGICO SUPUESTO</p> <p>FRACTURA O CONTACTO MECANICO</p> <p>FRACTURA SUPUESTA</p> <p>EJE SINCLINAL</p> <p>EJE ANTICLINAL</p> <p>DIRECCION Y BUZAMIENTO DE ESQUISTOSIDAD</p> <p>BUZAMIENTO DE CAPAS < 30°</p> <p>BUZAMIENTO DE CAPAS DE 30° A 60°</p> <p>BUZAMIENTO DE CAPAS DE 60° A 90°</p> <p>FALLA NORMAL</p> <p>PLANO DE CABALGAMIENTO</p> <p>FALLA INVERSA</p> <p>ANTICLINAL VOLCADO</p> <p>CAPAS HORIZONTALES</p> <p>DESPLAZAMIENTO</p> <p>DESPRENDIMIENTO</p> <p>DOLINA</p> <p>ABARRANCAMIENTO</p> <p>DIQUE DE CUARZO</p> <p>CANTERA</p> <p>YACIMIENTO GRANULAR</p> <p>CORTES GEOLOGICOS Y ZONA A LA QUE CORRESPONDEN</p> <p>ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEGENDA</p> <p>A TALUDES ALTOS, DE 20 A 40 m. DE ALTURA</p> <p>M TALUDES MEDIOS, DE 5 A 20 m. DE ALTURA</p> <p>B TALUDES BAJOS, < DE 5 m. DE ALTURA</p> <p>Pa POTENCIA APROXIMADA</p>
---	---	---	---	--

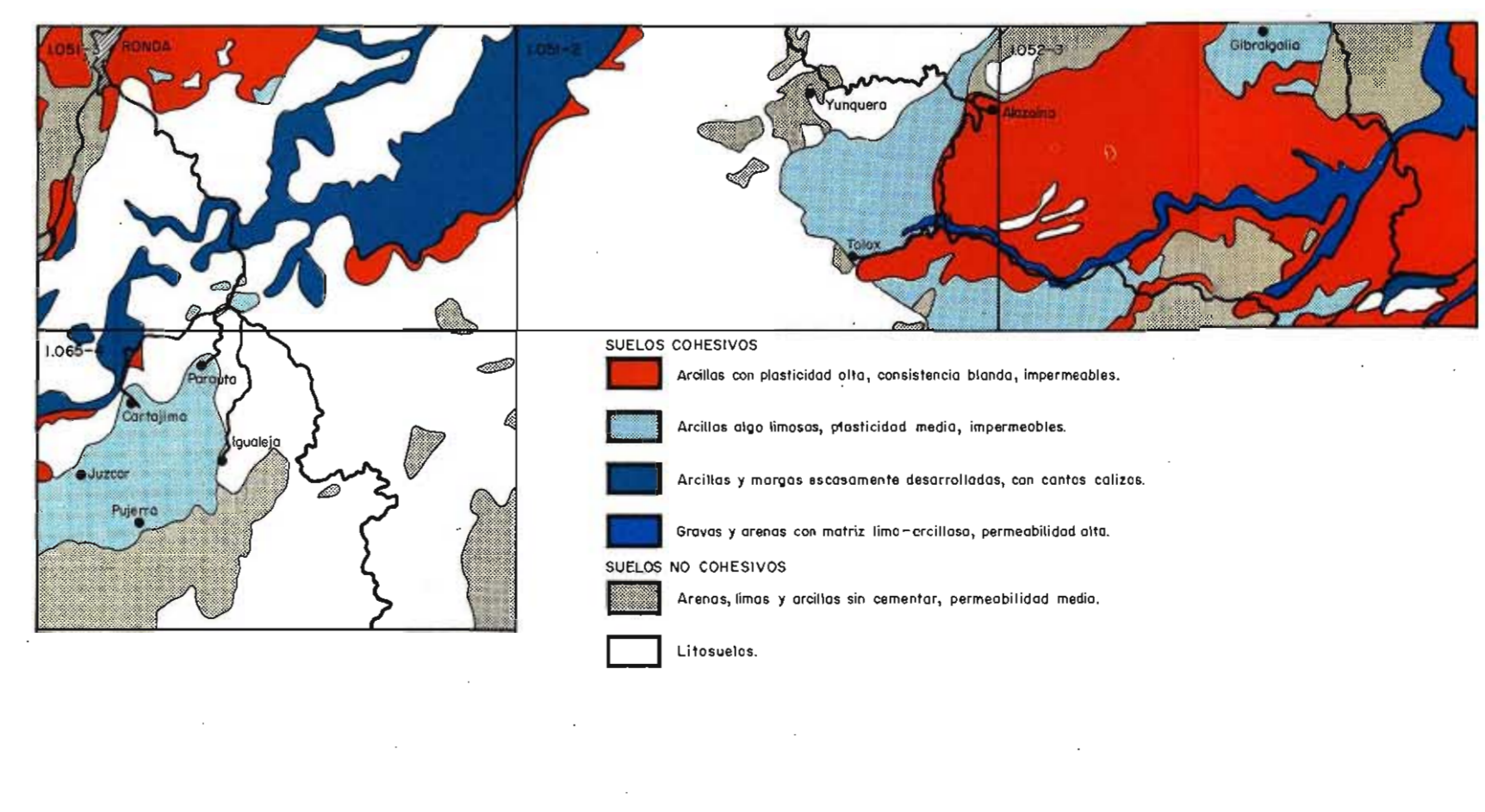
ESQUEMA GEOLOGICO ESCALA 1:200.000



ESQUEMA GEOTECNICO ESCALA 1:200.000



ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR ESCALA 1:200.000



ESQUEMA GEOMORFOLOGICO ESCALA 1:200.000

