



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

ESTUDIO DE RIESGO POR DESPRENDIMIENTOS  
EN LAS LOCALIDADES DE BENAJOJAN Y MONTE  
JAQUE (MALAGA).



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

01040

ESTUDIO DE RIESGO POR DESPRENDIMIENTOS  
EN LAS LOCALIDADES DE BENAJOJAN Y MONTEJ  
JAQUE (MALAGA).

Este estudio ha sido realizado por el siguiente equipo técnico:

- D. Francisco Javier Ayala Carcedo

\* Ing. Minas.

\* Jefe del Area de Geología Ambiental y Geotécnica del I.T.G.E.

\* Director del Estudio.

- Dña. Mercedes Ferrer Gijón

\* Lcda. en CC. Geológicas.  
I.T.G.E.

- D. Alberto Gracia Bernal

\* Lcdo. en CC. Geológicas.  
GEONOC, S.A.

- D. José A. Maestro Usón

\* Delineación.  
GEONOC, S.A.

## I N D I C E

- 1.- INTRODUCCION.
- 2.- SITUACION GEOGRAFICA. LOCALIZACION Y ACCESOS.
- 3.- ANTECEDENTES.
- 4.- GEOLOGIA DE LA ZONA.
- 5.- DESCRIPCION DE LAS INESTABILIDADES.
  - 5.1. Análisis de los factores que intervienen.
- 6.- CONCLUSIONES.
- 7.- RECOMENDACIONES.

## A N E X O S

- I. Fotografías
- II. Planos.
- III. Perfiles
- IV. Valoración presupuestaria.

## 1.- INTRODUCCION.

El INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (I.T.G.E.), ha realizado con la colaboración de GEONOC, S.A. un estudio sobre riesgos geológicos inducidos ante la amenaza de desprendimientos de bloques rocosos sobre las localidades de Benaoján y Montéjaque (Málaga). Los puntos concretos del estudio se sitúan en al Sierra de Juan Diego, situada al Oeste de Benaoján, y en Pico Canchuelo (831 m.), situado sobre una calle, también al Oeste, en Montéjaque.

El estudio se enmarca dentro del conjunto de trabajos de investigación que el I.T.G.E. realiza para el control de situaciones de inestabilidad del entorno geológico en distintos puntos de la geografía española.

Los trabajos están destinados al análisis de las características del fenómeno, a evaluar el grado de riesgo de la situación y con ello a dictaminar unas conclusiones y recomendaciones a seguir para la solución del problema.

Este estudio se ha realizado en virtud al acuerdo de asistencia técnica solicitada por las alcaldías de Benaoján y Montéjaque a través de la Dirección Provincial de Protección Civil de Málaga.

Diciembre de 1.988.-

## 2.- SITUACION GEOGRAFICA. LOCALIZACION Y ACCESOS.

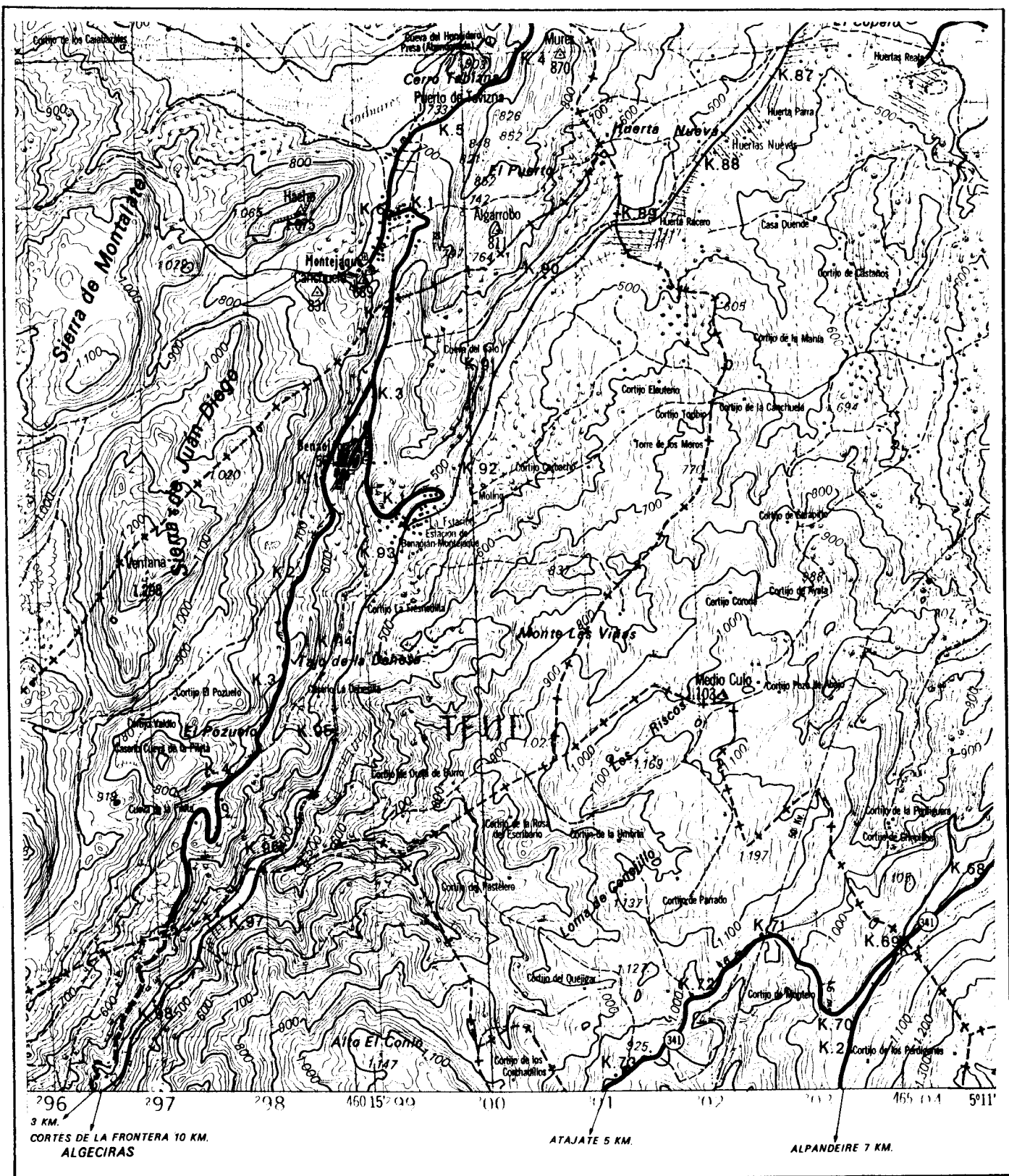
Benaoján y Montejaque se encuentran dentro de la Serranía de Ronda, en la parte más occidental de la provincia de Málaga y a pocos kilómetros de la provincia de Cádiz.

Dentro del complejo Sistema Bético ambas poblaciones se encuentran a una altitud entorno a los 600 m. (s.n.m.) al orillas del Río Guadiaro, entre la Sierra Blanquilla y la Sierra del Libar, de dirección Suroeste-Noreste, de altitud media entre 1.000 y 1.400 metros.

El acceso a ambas poblaciones desde la capital de la provincia se puede hacer por la costa o por el interior. Esta última posibilidad quizá más interesante, por la marcada diferencia en cuanto al tráfico: A siete kilómetros de Málaga, por la N-340 se toma a la derecha la comarcal autonómica 344 con dirección a Ronda, donde se sigue por la 339, y a doce kilómetros un desvío lleva hacia Benaoján y Montejaque.

Montejaque es la primera de las dos poblaciones a la que se accede. Los puntos de riesgo se encuentran: 1.º al Noroeste en la parte más baja del Pico Hacho, sobre el cementerio; 2.º al Oeste del pueblo en la cara Norte del Pico Canchuelo, sobre la calle más occidental de la localidad.

Benaoján se encuentra en la misma carretera, a 2,5 Km. Aquí la zona presenta los desprendimientos en la cara Este de los picos más al Norte de la Sierra de Juan Diego.



**LOCALIZACION Y ACCESOS**

Sacado del Mapa Geográfico  
del Ejército.

Hoja 1.050

UBRIQUE (Málaga).

Escala 1:50.000

### 3.- ANTECEDENTES.

Montejaque.

En el pueblo de Montejaque existen dos zonas principales con riesgos de desprendimientos. Según la información oral directa de la Alcaldesa, donde se han producido desprendimientos recientes ha sido en la zona cercana al cementerio. En Noviembre de 1.986 el antecesor en el cargo del Ayuntamiento envió un escrito denunciando el peligro al Gobernador Civil.

En conversación directa con algunos de los más ancianos del lugar y en la calle más al Oeste del pueblo, éstos comentaron que hubo desprendimientos de algunos bloques sobre las casas produciendo roturas en techumbres, entrando dentro y "respetando" milagrosamente la integridad física de sus habitantes.

Benaoján.

En este caso la magnitud del problema y su importancia relativa es mayor.

Aquí se registran desprendimientos desde siempre. Las características de la ladera y las diversas declaraciones de los habitantes del lugar así lo señalan.

Dentro de un periodo relativamente reciente, se han registrado los sucesos ocurridos relacionados con el tema para lo que se ha contado con algunos informes seleccionados del INSTITUTO NACIONAL PARA LA COSERVACION DE LA NATURALEZA (Jefatura de Málaga), perteneciente al M.º de Agricultura.



- Abril 1.945. Un bloque rocoso de 13 Tm. derribó cuatro viviendas. No hubo que lamentar víctimas. Lugar del desprendimiento "El Rodadero".
  
- Verano de 1.974. Peso aproximado del bloque caído: 7 Tm. Produjo daños en olivos, pero no en viviendas. Saltó la carretera Benaoján-Cortes, deteniéndose antes de cruzar la de acceso al pueblo, favoreciéndose su frenado a causa de los olivos existentes, tampoco hubo víctimas. Lugar "Los Canalizos", barranco an<sup>g</sup>osto y de fortísima pendiente.
  
- 25 de mayo de 1.975. Sobre las 7,00 h de la mañana se desprendió un bloque de unas 15 Tm. que, aparte de causar daños en olivos y construcciones menores (albergue de ganado, etc.) detuvo su recorrido al penetrar en la fábrica de chacinas de los Hijos de Don Manuel Núñez, valorándose los daños en unos dos millones de pesetas.

Dada la circunstancia favorable de ser domingo, así como el lugar y hora de la caída, tampoco en esta ocasión se produjeron víctimas.

También esta vez, en su carrera, saltó la carretera de Benaoján-Cortes pero no la del pueblo, por penetrar en la citada fábrica. El lugar del desprendimiento fue el paraje denominado "Cruces Mancas", próximo al mencionado de "Los Canalizos".

- El 10-VII-75, y como consecuencia de éste último desprendimiento, el Excmo. Sr. Gobernador Civil de Málaga pide un informe sobre la posibilidad de actuación y medidas ante los desprendimientos a la Jefatura Provincial del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza, perteneciente al Ministerio de Agricultura. En él se hace referencia a los antecedentes y se proponen una serie de medidas. Este fue entregado el 31 del mismo mes. Y de acuerdo con el mismo se procedió como medida urgente a tratar con productos tóxicos algunos acebuches que podían, mediante penetración de sus raíces, poner en peligro la estabilidad de alguna roca.

Para la acometida de las fases del proyecto, a medio y largo plazo, (defensas metálicas, berma en la base de la pendiente y repoblación), fue preciso el concurso de varios propietarios de fincas de la citada zona a repoblar. Llegándose a un acuerdo el 23 de febrero de 1.979, permitiéndose así realizar un presupuesto-propuesta para las obras.

Con fecha de 7 de marzo de 1.979 se redactó el presupuesto-propuesta para la defensa de desprendimientos en la localidad de Benaoján (Málaga). Este ascendió a la cantidad de DIEZ MILLONES TRESCIENTAS CINCUENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTAS CINCUENTA Y OCHO (10.354.358) PESETAS.

"La Primera Autoridad Provincial ordenó su inmediata ejecución, con financiación a cargo del Capítulo de Empleo Comunitario, iniciándose las obras en el mes de Agosto del mismo año 1.979, significándose que las mismas han comprendido lo que podría considerarse como 1.ª FASE, es decir, la zona Norte, quedando pendiente de ejecución la zona Sur, no incluida en la propuesta citada".

Las obras se realizaron durante la segunda mitad de 1.979, 1.980, 1.981 y primera mitad de 1.982, siendo tan largo periodo de tiempo el responsable de un incremento de 33,11 % en el precio presupuestado, ascendiendo el total de la obra (Presupuesto real de ejecución) a la cifra de TRECE MILLONES SETECIENTAS OCHENTA Y DOS MIL OCHOCIENTAS CUARENTA (13.782.840) PESETAS.

Finalizadas las obras en fecha de 28 de Julio de 1.982, se redactó un informe por el Ingeniero de Montes D. Agustín Lozano Hernández (Director-supervisor de las obras) con el Visto Bueno del Ingeniero Jefe Provincial D. Miguel Alvarez Calvente, en el que se detallan los resultados de la obra, su eficacia probada y el costo real de la ejecución. Este estudio finaliza dando por concluidos los trabajos a falta de mantenimiento y riego de las plantaciones realizadas.

Posteriormente no se han producido desprendimientos importantes, aunque sí se han observado algunos desplomes en la zona alta que han amenazado con progresar hacia el pueblo.

Por todo lo que : el Ayuntamiento de Benaoján ante la tardanza en acometerse lo que se acordó como 2.ª FASE de las obras de protección de la zona Sur de la ladera, se dirigió de nuevo al Gobierno Civil de Málaga. Este, a través de su Servicio Provincial de Protección Civil, pidió ayuda técnica al INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (I.T.G.E.) para evaluar el grado de riesgo por desprendimientos en la ladera. El Instituto envió técnicos el día 20 de Diciembre de 1.988 que, acompañados por el Director Provincial de Protección Civil y el Delegado de Industria de Málaga, visitaron las zonas.

#### 4.- GEOLOGIA DE LA ZONA.

La zona de estudio se enmarca dentro del dominio de las Cordilleras Béticas, al Sur de la Depresión del Guadalquivir.

La cartografía geológica perteneciente en este caso a los trabajos de DÜRR, S. (1.967) y queda integrada posteriormente a la hoja 1:200.000 (n.º 82 MORON DE LA FRONTERA) del I.G.M.E.

Los materiales que afloran en Benaoján y Montejaque son fundamentalmente JURASICOS, participando algo el CRETACICO.

Se trata del "Jurásico Subético de la transversal de Ronda" definido a partir de los datos de BLUJENTHAL (1.931-1.933), y de KOCKEL (1.964), DÜRR (1.967) ... Y concretamente al dominio más septentrional de la citada transversal en la Sierra de Libar.

Son materiales fundamentalmente calcáreos. Calizas y calizas nodulosas pertenecientes al Jurásico Superior (Dogger y Malm) junto a otras facies jurásicas no diferenciadas.

Los materiales calizos presentan, en determinados niveles, pasadas más margosas de color amarillento que favorecen una erosión diferencial respecto de los paquetes más duros.

El Cretácico en esta zona sólo aparece al pie de la ladera en Benaoján y al Norte de la población en Montejaque. Se trata de facies indiferenciadas con calizas y margas en lechos alternantes (capas rojas y flysch).

El proceso tectónico sufrido en esta región es el responsable de la gran fracturación de las rocas. Tanto de las zonas internas (béticas) como las externas donde nos encontramos (Subéticas) se caracterizan por poseer estructuras en mantos de corrimiento.

La estructura actual del conjunto de la región corresponde a la superposición de deformaciones que se han desarrollado en varias etapas, dentro del ciclo Alpino. La última de estas etapas, a efectos de la estructura en mantos de corrimiento, se desarrolló más tarde, a comienzos del Mioceno Superior.

Después de la implantación definitiva de la estructura en mantos de corrimiento, en el Mioceno Superior, y hasta la actualidad, la región no ha sufrido deformaciones intensas. Ha sido afectada, en cambio, por pliegues laxos de gran radio y por fallas, así como por movimientos verticales del conjunto. En este momento se producen los máximos levantamientos (Ronda se encuentra a 800 m. sobre el Mioceno Superior Marino). Con este levantamiento la red hidrográfica se ha ido encajando durante el Plioceno y el Cuaternario dando cortados muy pronunciados y valles, como es nuestro caso relativamente profundos.

La intensa fracturación o diaclasado, se debe fundamentalmente a toda la Orogenia Alpina y proceso posterior de levantamiento del macizo. La caliza jurásica constituye un material frágil, y sometido a tensiones se cuarteo fácilmente. De ahí el intenso diaclasado que presenta la caliza en todo el cerro superior, teniendo, por lo tanto, gran parte de la responsabilidad de los desprendimientos.

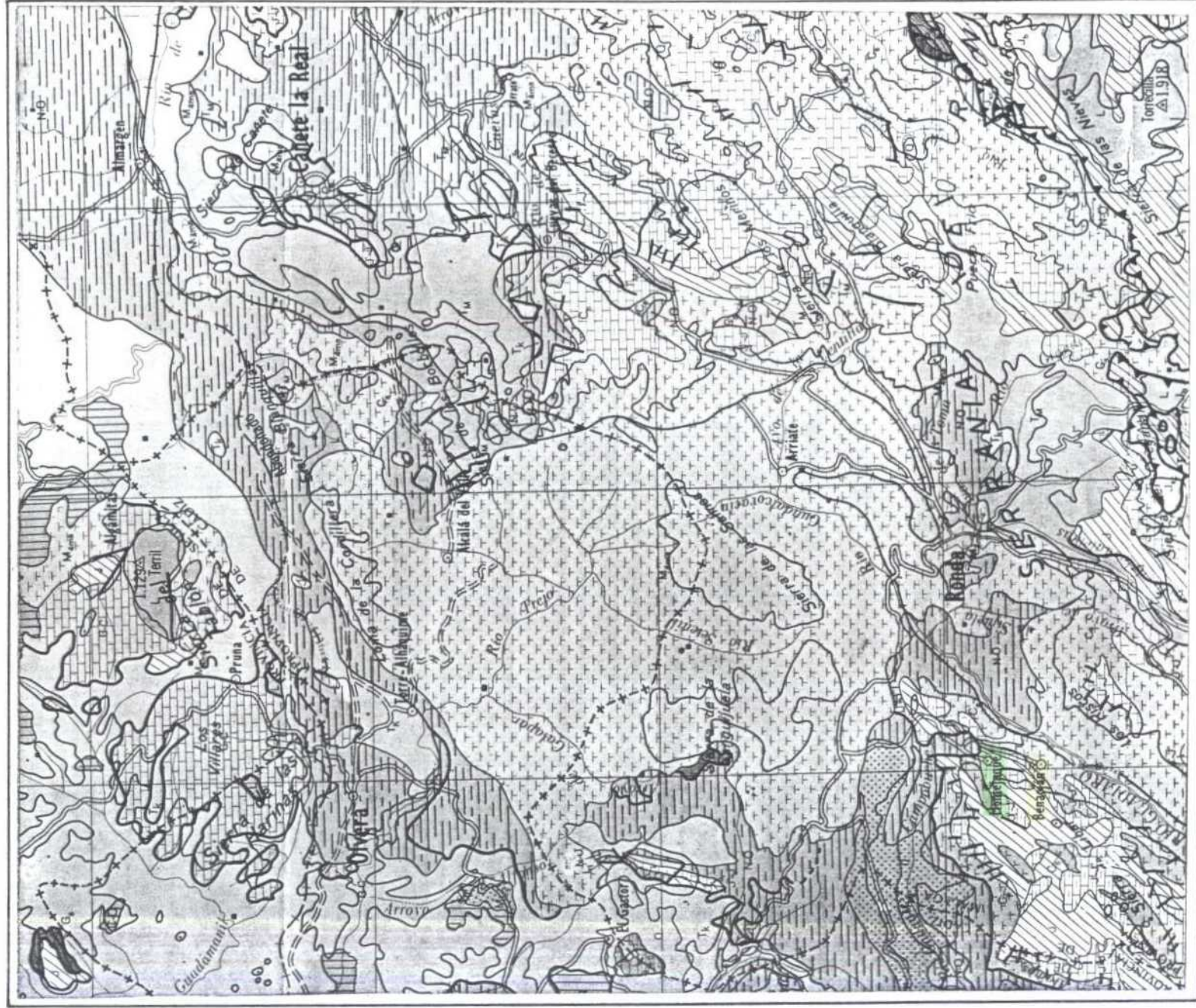
La Historia Geológica se establece a partir de una gran área de sedimentación dentro de la zona Subética: Durante una parte del Triásico, tuvo lugar una sedimentación de plataforma en condiciones subaéreas, y marina de aguas someras en el resto de este periodo, hasta finales del Lías Medio.

Posteriormente se establece una fuerte subsidencia diferencial y el ámbito subético adquiere las características de Geosinclinal. Así durante el Lías Sup., en el resto del Jurásico y Cretácico Inferior se depositan formaciones calcáreas, de facies pelágicas. El Cretácico Inf. y Medio no queda claro. Sin em-

bargo en el Cretácico Superior sigue dominando la sedimentación de tipo pelágico, no necesariamente de aguas profundas. Posteriormente se inicia una etapa de fuertes movimientos tectónicos de los cuales y según los últimos estudios, ya en el Mioceno Sup. se desarrolló la última etapa de la tectónica de mantos de corrimiento. Más tarde, la zona sólo es afectada por pequeñas deformaciones y fallas, así como por los movimientos verticales que afectan a la región y que se han definido anteriormente.

La morfología actual es precisamente producto del proceso de encajamiento de los ríos en el paulatino proceso de levantamiento del macizo. El Río Guadiaro ha producido en toda esta zona una fuerte incisión sobre el terreno, en el que llega a excavar cañones de más de 100 m. de desnivel relativo.

Toda la región se incluye dentro de un ámbito kárstico de importancia. Son sobradamente conocidas las cuevas de esta zona. Fundamentalmente la Cueva del Gato, célebre internacionalmente por sus características espeleológicas y tristemente conocida por sus frecuentes accidentes entre los que practican éste deporte.











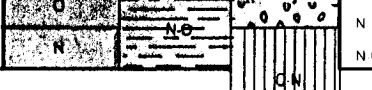
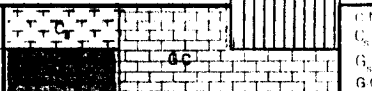
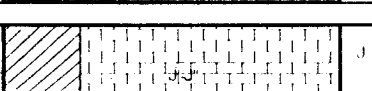


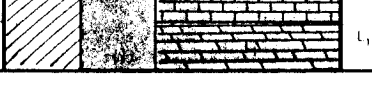
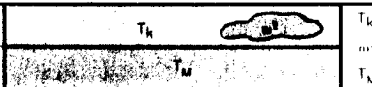








Sacado de:

Mapa Geológico, Escala 1:200.000

- MORON DE LA FRONTERA -

Hoja 82.

# LEYENDA

CUATER.	HOLOCENO		Q				Conos de deyección (Indiferenciado)			
	VILAFRANQUIENSE						Q <sub>ra</sub>	Q <sub>rt</sub>	Q <sub>1</sub>	Travertinos
NEOGENO	PLIOCENO	Pi					Pi	Arenas, calizas y margas		
	MIOCENO	VINDOBONIENSE	M <sub>4ma</sub>					M <sub>4ma</sub>	Areniscas calcáreas	
		TORTONIENSE								
	AQUITANIENSE									
PALEO	OLIGOCENO						O.M <sub>1</sub>	Moronitas		
<b>ZONA SUBBETICA</b>										
NEOG.	MIOCENO	AQUITANIENSE						O.M <sub>1</sub>	Arcillas, calizas y areniscas	
PALEO.	OLIGOCENO							O	Areniscas, margas y flysch	
	EOCENO							N	Calizas y margas	
CRET.	SUPERIOR							C.N	(Indiferenciado)	
	INFERIOR							C <sub>2</sub>	Capas rojas y flysch	
									G.C	Margocalizas (Indiferenciado)
JURASICO	MALM							J	(Indiferenciado)	
	DOGGER							J <sub>1</sub>	Calizas y calizas onduladas	
									L	(Indiferenciado)
	LIAS	AALeniENSE							L <sub>4,6</sub>	Margas y margo-calizas
		CHARMUTIENSE							L <sub>2,3</sub>	Calizas masivas
		SINEMURIENSE							L <sub>1</sub>	Calizas y dolomías
		HETTANGIENSE								
	RETIENSE									
TRIAS	KFUPPER							T <sub>k</sub>	Arcillas abigarradas, areniscas y margas	
	MUSCHELKALK							T <sub>M</sub>	Calizas y dolomías masivas	



## 5.- DESCRIPCION.

### Montejaque

Situación n.º 1 .: Promontorio rocoso inestable al Suroeste del Pico Hacho.

- Plano de localización y acceso.
- Plano n.º 1 y n.º 2.
- Fotografía n.º 4 y Panorámica 1.
- Cortes DD' y EE'.

Se encuentra situado en la ladera Sureste del Pico Hacho. A una altitud alrededor de los 735 m. Está formado por cuatro grandes conjuntos de bloques rocosos muy fracturados. De ellos, los dos centrales presentan una disposición vertical muy marcada, de 20 a 22 metros de altura con taludes verticales y extraplomos importantes entre 1,00 y 1,50 metros.

La pendiente inferior, a la que tienen salida los desprendimientos presenta ángulos entre 12° y 15°. Su longitud oscila entre 80 y 100 m. y se encuentra parcialmente poblada de arbustos leñosos, tipo acebuche o sabina. Se observan también bloques caídos dispersos por la ladera.

Se puede apreciar un desprendimiento parcial de la parte inferior de uno de los grandes conjuntos de bloques calcáreos. El alcance de los materiales desprendidos no ha superado los 20 m. La mayor parte se encuentra fragmentado en la base del gran "colmillo" del cual han partido. El mayor de los bloques caídos es de forma tabular-planar y se encuentra a algo menos de 10 m., no sobrepasando las 15 Tm.

Situación n.º 2 .: Talud rocoso inestable en la ladera Norte del Pico Canchuelo (sobre la calle más occidental del Pueblo)

- Plano de localización y accesos.
- Plano n.º 1 y n.º 2.
- Fotografías 1, 2 y 3.
- Cortes AA', BB' y CC'.

La altitud media de la calle sobre la que se producen los desprendimientos es de 691-695 m. Y la de la cima del talud entre 710-760 m.

El talud rocoso presenta una altura entre 20 y 70 metros, siendo los cortados verticales entre 20 y 50 metros.

La roca que constituye la ladera es caliza, apreciándose finas intercalaciones de composición calcomargosa que favorecen procesos de erosión diferencial. La estratificación muy marcada se encuentra buzando el Sureste, ligeramente y en contra de la pendiente.

En la parte inferior tal y como se aprecia en las fotografías 1 y 2 existe una alineación de casas y cobertizos de una sola planta a ambos lados de una calle pavimentada con hormigón.

En la ladera se han reconocido, a distancia, gran número de situaciones con dudosa estabilidad. Se pueden observar rocas sueltas con apoyos claramente insuficientes para garantizar esta estabilidad duradera. En la fotografía n.º 3 se tiene un ejemplo. La fotografía se ha realizado de abajo a arriba, con lo cual la perspectiva ha de ser planteada desde ese punto. Vemos un gran saliente en voladizo con más de 2 metros. Su apoyo posterior es inseguro y a merced de la intensa fracturación existente su situación entraña gran riesgo de desprendimiento.

Como se puede apreciar en las fotografías, la ladera presenta repechos y pequeñas bermas naturales en las que el contenido arcilloso, producto de la disolución de las calizas, origina incipientes suelos en los que nacen plantas, muchas de ellas con gran desarrollo, sobre todo en la cima.

### Benaoján

Ladera este de la zona más occidental de la Sierra de Juan Diego; sobre la población de Benaoján.

- Plano de localización y accesos.
- Plano n.º 3.
- Fotografía n.º 5 y siguientes.
- Panorámica n.º 2 y siguientes.
- Cortes AA', BB' y CC'.

El promontorio rocoso que presenta las situaciones de inestabilidad que degeneran en desprendimientos, se encuentra ubicado en la parte alta de una gran ladera de pendiente media en torno a los 30°. Este talud superior de pendiente alta presenta una altura relativa a la base del mismo entre los 10 y los 30 metros, dependiendo de la zona que se trate.

La superficie total de la ladera que parte del pie del talud hasta la base de la misma, donde comienza Benaoján, es de 65 Ha., abarcando, con ello, un área que en su base (carretera) tiene 800 m. y de altura 820 m., con un ángulo medio de 30° de la pendiente.

En la ladera, se aprecian tres zonas que se pueden diferenciar por su pendiente relativa:

La zona alta o "TALUD DE PENDIENTE ALTA" que se encuentra a una altitud entre 900 y 950 m. y está compuesta de la roca desnuda, cuarteada, presentando las situaciones inestables: viseras, voladizos y un gran número de bloques sueltos; conjuntos rocosos descalzados, cuñas y lajas o bloques tabulares a favor de diaclasas, con clara tendencia a ser paralelas al talud. Es, en esta zona, donde se puede apreciar la estratificación original de los materiales y el grado de fracturación de los mismos tanto por las causas originariamente tectónicas como por degradación natural del talud.

En la Panorámica n.º 4, se pueden apreciar las dos familias de discontinuidades más importantes: la primera (a trazo discontinuo) la constituye la estratificación. Esta se aprecia muy marcada, presentándose como auténtica fractura a efectos reales. La segunda, la forman fracturas con tendencia perpendicular a la estratificación. Podemos observar suaves pliegues fallados como consecuencia de un comportamiento rígido frente a tensiones confinantes laterales. Una observación parcial de la ladera nos llevaría a interpretar el conjunto de fracturas bajo la perspectiva de un sistema de tensiones cuya componente principal estaría en dirección Suroeste-Noroeste y sería compresivo.

No obstante, la estructura geológica regional, como ya se ha referido en el Capítulo de Geología, plantea una dirección de los esfuerzos principales en una dirección diametralmente opuesta. Tanto la estructura general de las Béticas, como todas las pequeñas sierras, en una de las cuales nos encontramos, marcan direcciones de compresión en una dirección Sureste-Noreste, contraria a la planteada en un principio.

Sin embargo, el gran pliegue fallado que se encuentra al Norte de la ladera (ver Panorámica n.º 2 y fotografía n.º 5) no deja lugar a dudas sobre su origen a partir de esfuerzos fundamentalmente compresivos.

En cualquier caso, independientemente del origen compresivo o distensivo de las fracturas, se observa que están dispuestas, en general, perpendiculares a la estratificación formando así un talud como apilamiento de bloques con tendencia a paralelédos.

En toda la zona alta podemos observar vegetación instalada en las fracturas de la roca. Los "acebuches" llegan a alcanzar un gran desarrollo y frondosidad.

La zona media o "TALUD DE PENDIENTE MEDIA" se localiza en una franja con una altitud media entre 700 m. y 850 m. En la parte que queda más al Norte del talud existe un área dentro de esta zona en la que se han instalado protecciones metálicas que posteriormente se describirán. También se han realizado muros de contención con mampostería obtenida del propio lugar.

La pendiente de este tramo varía entre 35° y 25° siendo en algunos puntos mayor a causa de resaltes rocosos que rompen la geometría regular de la ladera.

A la izquierda de la ladera (ver panorámica n.º 2 y n.º 3) existe, en la parte alta, una zona en la que se observan un gran número de bloques aparentemente sueltos y en posiciones de estabilidad muy dudosa. A la derecha inmediata de éste punto tenemos la zona denominada "El Rodadero". Se trata de una vaguada de pendiente en torno a los 30° muy uniforme y desprovista de vegetación y de bloques caídos que supongan un obstáculo en la carrera de otros bloques desprendidos. En la panorámica n.º 5, se puede apreciar una vista desde el ángulo superior derecho; las flechas indican la dirección que siguió uno de los últimos desprendimientos. En el terreno se puede apreciar la marca lineal casi perfecta del bloque al rodar.

Como se puede ver en la parte superior, esta suave vaguada forma un pequeño "circo" de concentración de aportes que canaliza los desprendimientos de un área extensa del talud superior.

Hacia la derecha, tenemos el tramo central de la ladera. En éste aflora la roca en pequeños promontorios dispersos que dan muy irregulares superficies. En la parte inferior derecha de este tramo hay una nueva vaguada que es preciso tener en cuenta por su capacidad para canalizar los desprendimientos.

El tramo izquierdo es el que se encuentra hoy con defensas metálicas en toda su extensión. Hay instaladas 750 barreras metálicas. Morfológicamente se trata de una ladera bastante uniforme con algunos resaltes rocosos por el afloramiento disperso de la caliza que hace irregular la pendiente. En gran parte se ha llegado a desarrollar un suelo incipiente.

Existen tanto en el tramo central como en el tramo izquierdo bloques caídos cuyo asiento y estabilidad no es muy buena. De producirse un desprendimiento desde la parte superior, los rebotes podrían desestabilizarlos y provocar su caída.

La zona baja o "TALUD DE PENDIENTE BAJA" es una franja de terreno que se identifica desde el límite que forma la carretera y una cota entre 600 y 630 m. Es la zona con suelo desarrollado donde ha sido posible el aprovechamiento mediante la plantación de olivos.

En esta zona existe alguna casa de labradores que cultivan pequeñas franjas de terreno.

En la zona izquierda ya se han tomado medidas (la parte Norte del talud), se ha repoblado con pinos y en la parte más baja se ha realizado una gran berma excavada sobre el coluvial (fotografía 16) para la contención de desprendimientos. En la parte baja de la berma y hasta el pueblo se ha repoblado con eucaliptus.

## 5.1. Análisis de los factores que intervienen.

### 5.1.1. PENDIENTES.

En los tres casos vistos, tanto en Benaoján como en Montejaque, uno de los factores determinantes es el grado de pendiente, su longitud relativa y la superficie de la misma. En el primero de los casos (sobre la calle más occidental de Montejaque) la pendiente general del talud se presenta según la topografía adjunta y los cortes AA', BB' y CC'. En ellos se puede apreciar desde el principio de la calle hasta el final de la misma un gran incremento del talud con pendientes relativas de 65° a 72°. Estos valores son generales, obtenidos a partir de cortes topográficos; sin embargo existen, como es fácil de observar en las fotografías, situaciones con un grado de pendiente mucho mayor: voladizos, extraplomos y viseras que sobresalen de la pendiente sobre el vacío.

En la segunda de las situaciones con peligro, la pendiente general topográfica presenta ángulos variables entre 45°-47°, máximo en las zonas altas y ángulos muy suavizados en la base del talud (cortes DD'-EE'). Respecto de la naturaleza de la pendiente decir que la presencia de abundantes arbustos, tipo acebuche y de bloques caídos, así como de algunos pinos minimiza el riesgo de rodadura.

Ya en Benaoján las situaciones presentes abarcan un amplio espectro de posibilidades. Se observan pendientes máximas en el tramo superior de la ladera con paredes verticales, donde se plantean las inestabilidades. Más abajo existe una zona variable en su extensión, de pendiente relativa baja (entre 18° y 22°). Esta zona no aparece en toda la longitud de la ladera. Posteriormente aparece la pendiente de mayor extensión relativa hacia la base que presenta ángulos generales bastante uniformes, entre 29° y 30°.

Todas las pendientes presentan además resaltes locales que incrementan notablemente el grado de inestabilidad de las mismas.

Para poder determinar el área de riesgo máximo de impacto aplicamos las experiencias de RICHIE (1.963) que en función de la pendiente, la naturaleza de la roca y la altura relativa del talud hizo un cálculo de la distancia máxima de alcance. RICHIE, realizó una guía útil para dimensionar un "parapiedras" de zanja o cuneta colectora a partir de sus experiencias en varios taludes con rocas cohesivas duras (rocas basálticas) que podemos aplicar aquí para determinar el área de riesgo, de impacto directo.

En Montejaque para el primero de los casos que analizamos tenemos varias situaciones progresivas de longitud de la pendiente.

Corte AA' ----- H (altura) máx: entre 15-20 m.  
(Plano n.º 2)  $\theta$  (pendiente) med: de 65°.

Ancho mínimo de zona de impacto visual directo: 6,50 metros.

Es importante insistir en que se trata de impacto directo y que en una pendiente de 65° el factor "rebote" es muy importante por lo que el riesgo se incrementa. Por lo tanto se estima en no menos de 10 m. la distancia mínima de seguridad por impacto directo. Aplicando un 33 % más al factor "expansión en el impacto directo sobre la base del talud" donde las piedras caídas se disgregan proyectándose total o parcialmente hacia la cara externa de la ladera. Por lo tanto se estima entre 13-14 m. la distancia mínima de seguridad.

Corte BB' ----- H (altura) máx: 35 metros.  
(Plano n.º 2)  $\theta$  (pendiente) med: de 72°.

Ancho mínimo de la zona de impacto directo: 8,50 metros.  
Incremento por factor de rebote 15 % : 1,30 "  
Incremento por factor de expansión en el  
Impacto 42 % : 3,60 "

Distancia mínima de seguridad: 13,40 metros.





### 5.1.2. NATURALEZA DE LA ROCA.

Las características petrológicas de los materiales han sido mencionadas en el capítulo de geología. Aquí se ha de insistir en sus características mecánicas que influyen en su comportamiento.

Las calizas micríticas reconocidas en todos los paramentos rocosos analizados presentan un rango de densidad entre 2,3 y los 2,6 grs./cm<sup>3</sup>. Su dureza, en roca fresca y sin fisuras, es determinada en función de su resistencia a compresión simple ( $q_u$ ) que se estima en torno a los 2.000 Kp./cm<sup>2</sup>, estando el rango de variación en función de su comportamiento más/menos margosa entre 40 y 3.300 Kp./cm<sup>2</sup>.

En general la cohesión ( $c'$ ) de la roca se encuentra entre 35 y 350 Kp/cm<sup>2</sup> y su ángulo de rozamiento interno ( $\phi'$ ) entre 37° y 58° (SKEMPTON et al. 1.960), (todos los valores medidos en ensayos triaxiales). Estos valores determinan que para taludes de gran altura, con ángulos superiores al de rozamiento interno ( $\phi'$ ), se lleguen a concentrar tensiones de gran magnitud en la roca. De manera que la componente del peso de la propia roca hacia la cara libre del talud llega a conseguir, a través de fracturas ya existentes, o de fracturas a favor de las anisotropías de cohesión y dureza propias de la roca, la ruptura y el desplome, tendiendo a situaciones de menor energía relativa.

Como es notorio "la resistencia de una masa de roca está fuertemente influida por la de sus superficies de discontinuidad" (SALAS et al. 1.975). La caliza se encuentra intensamente fracturada por lo que el verdadero control de la situación ha de hacerse bajo esta perspectiva.

La resistencia al corte a lo largo de diversas superficies de discontinuidad en calizas ha sido analizada por diversos autores (DUNCAN y SHEERMAN-CHARE, 1.960 et al.). Estos valores obtenidos dan para una caliza media-compacta valores de menos de  $45^\circ$  de  $\phi'$  de Pico y de  $33^\circ-37^\circ$  de  $\phi'_r$  de ángulo residual. Y dentro de estos valores, una reducción en torno a 5-15 % en estado saturado de la roca.

En éstos valores no se ha tenido en cuenta que la percolación de las escorrentías a través de las fracturas disuelve la roca en ambas caras de las discontinuidades, de forma que los nexos de unión y apoyo dentro de la rugosidad de la fractura se van suavizando. De esta forma, se llega incluso a situaciones en las que no existen los citados apoyos estando la fractura abierta y rellena de materiales arcillosos (arcillas de decalcificación), resto sólido de la disolución de la caliza.

### 5.1.3. INFLUENCIA DE CARACTER TECTONICO-ESTRUCTURAL.

Los planos de discontinuidad (diaclasas, planos de estratificación, fracturas en general) son como se ha dicho el factor de control primario de la situación. Se han registrado como discontinuidades más importantes la estratificación y una familia de fracturas con tendencia a ser perpendicular a la anterior y con una dirección general E-W. En algún caso se aprecian fracturas con un aparente desplazamiento relativo. En la Panorámica n.º 4 se pueden ver estas fracturas con un ligero buzamiento hacia el Sur-Sureste que coincide con la dirección de máximo esfuerzo y fracturas ente  $45^\circ$  y  $50^\circ$  características, con carácter claro de cabalgamiento.

#### 5.1.4. CARACTERISTICAS CLIMATICO-AMBIENTALES.

Las características climáticas de esta zona de la Baja Andalucía son muy especiales. Toda la Serranía de Ronda se ve sometida a un régimen de precipitaciones excepcional. La vecina localidad de Grazalema (a menos de 20 Km.) es la población con una mayor pluviometría de toda la Península. La configuración morfológica favorece el hecho. Se registran más de 1.000 mm. anuales, tasa sólo igualada en el País Vasco, Cantabria y Galicia.

Esto implica un proceso de disolución de los carbonatos muy acusado. Testigo de ello son las frecuentes cuevas subterráneas en la zona (Cueva del Gato, Rincón de la Victoria, Embalse de Montejaque).

El proceso de evolución de todo el macizo rocoso calcáreo presenta un desarrollo acelerado que implica una influencia en las condiciones de estabilidad de los bloques separados por fracturas o discontinuidades.

#### 5.1.5. INFLUENCIA SISMICA.

Según el Mapa de Riesgo Sísmico de la Península Ibérica, ésta zona al Oeste de Málaga presenta un riesgo de VII-VIII sobre X. Además está rodeada por zonas donde el riesgo es mucho mayor (Sevilla - X; Málaga - IX; Granada - IX). Aunque aquí no se registran intensidades máximas, estas son suficientes para que en el momento en que se produzca un sismo cercano, repercuta seriamente sobre el macizo estudiado. La frecuencia de sismos de baja intensidad en toda esta zona es grande.

Las vibraciones producidas por terremotos se propagan con facilidad en materiales rígidos. Por lo tanto estas formaciones calcáreas a gran altura acusan de forma amplificada cualquier vibración a la que se les somete.

Esté último es un factor determinante del tipo de medidas a tomar, aconsejando básicamente las de tipo preventivo (protecciones, barreras, ...) sobre las de tipo activo (anclajes, bulonaje, ...) puesto que existe el riesgo de anulación de estas últimas en un periodo de tiempo relativamente corto.

#### 5.1.6. ACCIONES NOCIVAS DE LA VEGETACIÓN SOBRE LA ROCA.

La vegetación actúa nocivamente sobre la situación desde dos puntos de vista:

1) De carácter físico: las raíces de las plantas ejercen importantes presiones sobre las fracturas en las que se introducen en su proceso de crecimiento. Como podemos ver en el anexo de fotografías existe una profusa vegetación compuesta por acebuches, pinos y otros arbustos leñosos, tipo sabina, que se instalan en las fracturas produciendo su propio suelo de arraigo con las arcillas de decalcificación que van rellenas las fracturas. Estas raíces leñosas pueden llegar a alcanzar profundidades hasta dos veces la longitud del tronco de la planta a la que pertenecen y diámetros análogos.

2) De carácter químico: por secreción de ácidos y cambio iónico en el proceso de crecimiento de la planta. El catión  $H^+$  producido por los rizomas de los líquenes y por las raíces de las plantas, ataca de forma importante el  $CO_3 Ca$  y realiza en los minerales que constituyen la roca un cambio de iones metálicos. Una vez que el proceso ha comenzado se acelera por la acción de los ácidos carbónicos, húmicos y otros orgánicos, acelerándose así mismo el proceso de disolución de los carbonatos.

Es importante señalar que constituye un gran error cortar éstos árboles-arbustos sin más medida que ello. Se ha observado que se producen nuevos rebrotes a partir de las raíces de los árboles-arbustos cortados, incrementándose aún más su efecto nocivo.

#### 5.1.7. EXCESIVA PROXIMIDAD DE LAS CASAS.

La tendencia expansiva de las poblaciones induce a ocupar parcelas de terreno próximas al núcleo urbano, en áreas periféricas que en muchos casos, como estos, quedan bajo la amenaza de desprendimientos de algún promontorio cercano. Originariamente ningún casco antiguo, en todas las situaciones vistas, queda bajo el dominio de este tipo de riesgos, sólo áreas de expansión posteriores.

Esta situación ocurre en Montejaque, en una calle lateral, "bajo las peñas". Toda la barriada de casas de la margen izquierda de dicha calle está en riesgo inminente de impacto por desprendimientos. La calidad de las construcciones es testigo indirecto del temor de sus habitantes sobre la seguridad de sus inversiones.

La mayoría son cobertizos, almacenes, cocheras y alguna casa, muy pocas, están habitadas.

En Benaoján también la proximidad a la base del talud implica un mayor grado de riesgo. Podemos afirmar que en las actuales circunstancias ninguna casa que quede sobre la cota de la Carretera Benaoján-Cortes está fuera de peligro. Y que toda la primera fila de casas en la otra margen de la carretera presenta un riesgo medio-alto de impacto.

Por lo tanto dentro de las medidas a tomar, y como anticipo de las mismas, es preciso mencionar que los mejores métodos que existen para la eliminación del riesgo de impacto por desprendimientos, pasan por no ponerse debajo. Los ayuntamientos, sobre todo los que como éstos conocen este tipo de circunstancias, deben evitar que se construya dentro de las virtuales áreas de riesgo.

## 6.- CONCLUSIONES.

### Montejaque

Se han denunciado dos situaciones de riesgo por desprendimientos; la primera sobre el cementerio y aledaños, y la segunda en una calle, la más occidental del pueblo, en un barranco entre los picos Hacho y Canchuelo.

En la primera de ellas se trata de un pequeño promontorio a media ladera que presenta un conjunto rocoso muy inestable, con roca caliza muy fracturada en posición difícil y con riesgo de desprendimiento. La ubicación minimiza en gran parte el riesgo. Su campo de posibles impactos afecta a un extremo de la tapia del cementerio y algunas casas (más alejadas) de una o dos plantas. La pendiente que en principio se presenta acusada, se suaviza considerablemente después.

En la observación de la magnitud de los desprendimientos ya ocurridos, se aprecia que el alcance de los mismos (si llegaran a repetirse) no constituyen una amenaza clara debido a la baja pendiente terminal de la ladera y a la profusión de arbustos y grandes piedras en ella.

Podemos calificar la solución de riesgo medio-bajo y de escaso impacto visual sobre la población. No obstante, se propondrán medidas para rebajar la situación de peligro.

La segunda situación entraña mayor grado de riesgo. Apreciándose en la base de un fuerte talud vertical inestable construcciones habitadas.

Existen puntos dentro del talud con salientes fracturados y que en su actual situación, progresando el proceso de alteración en virtud de los agentes medioambientales, se desplomarán sobre las casas. El cuándo y cómo es imprevisible.



## Benaoján

---

El peligro de desprendimientos en la zona alta de la ladera existe, observándose taludes con voladizos, viseras y cornisas fuertemente diaclasadas. Se aprecian situaciones difíciles, inestables en varios puntos. Algunos de ellos se reflejan en fotografías anexas.

El peligro parte de la zona terminal superior de la ladera. Allí se presenta un talud rocoso vertical muy fracturado con alturas relativas entre 15 y 30 m. Parte, asimismo, de otros puntos intermedios donde se encuentran pequeños resaltes y bloques caídos apoyados en disposición inestable sobre la ladera.

La roca se encuentra fuertemente diaclasada como respuesta a los esfuerzos tectónicos a los que se ha visto sometida (las fases y evolución en este sentido ha sido explicado en el capítulo de Geología); la caliza es una roca frágil y sometida a tensiones se fractura con facilidad. Posteriormente las escorrentías penetran disolviendo la roca e incrementando el espaciado de las fracturas. Se une aquí el efecto de relajación de la roca hacia la cara libre del talud favoreciendo la formación de diaclasas paralelas al mismo.

Otro factor determinante lo constituyen las características geomorfológicas de la ladera. La acusada pendiente general y el tramo superior del talud con ángulos cercanos a la vertical donde se presentan las situaciones inestables.

La carencia de vegetación de entidad suficiente para contener los esporádicos desprendimientos y el excesivo acercamiento de algunas edificaciones al pie del talud, son otros de los factores que contribuyen a plantear la situación de riesgo.

El peligro de desprendimientos llevó ya a las Autoridades Municipales a denunciar la situación obteniéndose ayuda para la realización de una 1.º FASE de contención. En esta se tomaron medidas tanto a corto, como a medio y largo plazo que se aplicaron al área más al Norte de la ladera. Su efectividad ha sido probada en el último de los desprendimientos ocurridos en esta zona.

## 7.- RECOMENDACIONES.

Las dos áreas estudiadas presentan características muy diferentes, por lo que precisan diferentes soluciones.

### - Montejaque

-----

A) La zona con riesgo cerca del cementerio, tal y como se aprecia en planos anejos, presenta un índice de peligrosidad moderado. Tan sólo algunas casas se ven parcialmente introducidas en el campo de previsibles trayectorias de los desprendimientos.

Tal y como se señala en los mismos mapas, sólo será preciso una repoblación forestal al pie de la ladera para prevenir el riesgo totalmente. La situación no requiere a nuestro juicio mayores inversiones.

B) La zona de riesgo sobre la calle más Oeste del pueblo presenta un talud con determinadas situaciones peligrosas.

Se propone el saneo de dichas situaciones desde una grúa o malla descolgada-anclada en la parte superior que servirá tanto de sujeción para los operarios del saneo, como para el confinamiento del material saneado, impidiendo así su proyección hacia el exterior del talud donde se podrían ocasionar daños sobre las edificaciones. Estas tareas deberán realizarse con todas las construcciones deshabitadas mientras duren las obras.

La solución de una malla anclada permanente hace tal opción antieconómica en función de la relación precio, malla y extensión total/valor de la zona a proteger.

No obstante, por si se creyese conveniente la realización de esta obra, es decir, la colocación de una malla anclada permanentemente para la sujección de pequeños bloques desprendidos (tarea que no excluye en ningún momento la del saneo de bloques inestables a mano), en el anexo correspondiente se presenta un presupuesto estimado.

- Benaoján

-----

En relación con las medidas propuestas y llevadas a cabo como PRIMERA FASE del proyecto de "Defensa de desprendimientos de tierras en la localidad de Benaoján (Málaga)" y vista su eficacia tras los desprendimientos del 23 de Enero de 1.981, se propone como mejor medida, la realización de la 2.ª FASE del mismo proyecto.

Se aprecia no sólo en el resultado, sino en la realización, un buen trabajo, sin duda, basado en el perfecto conocimiento de la zona y en la vivencia prolongada con el problema.

- TRABAJOS Y OBRAS PROPUESTAS:

\* A CORTO PLAZO.

Saneamiento de los afloramientos rocosos en los que se aprecien visibles signos de inestabilidad. Allí donde el volumen de roca no sea excesivo y no se inestabilice con ello los conjuntos rocosos aledaños. Para ello se aconseja la utilización de barras y palancas, así como de martillos rompedores-percutores.

Se desaconseja la opción voladura, las vibraciones ocasionadas, aun siendo estas muy controladas afectan muy negativamente al macizo rocoso. Su situación actual con profusas diaclasas en todas direcciones (predominando las paralelas al talud) se vería agravada.

Para el mismo fin se aconseja también la solución de "recalce", y en los puntos en que esto sea poco efectivo, se irá a la disgregación de la roca mediante su taladro y relleno de productos químicos expansivos que la reduzcan a bloques fácilmente manejables.

\* A MEDIO PLAZO.

Construcción de las defensas transversales ya realizadas en la FASE 1.ª del proyecto. Su disposición quedará reflejada en el proyecto de construcción definiéndose definitivamente su espaciamiento relativo.

Aquí se propone que se aborde dentro de la 2.ª FASE el área que queda marcada como A ó área PREFERENTE. El área B queda como fase póstuma del proyecto si se apreciase necesario el acometerla.

El diseño y dimensiones de las defensas se ajustaría a la figura 7.1. y 7.2.

Resaltar que en el proyecto original se contempla que los dos tacones de hormigón de la barrera quedan empotrados totalmente en el terreno. En la realidad se han ejecutado únicamente apoyando sobre el terreno, una vez limpiada la primera capa superficial. INSISTIR en que es conveniente que al menos 1/3 del tacón quede perfectamente empotrado en el terreno. Para ello se recomienda trabajar con martillos neumáticos a fin de poder realizar la caja de empotramiento, en los casos en que este vaya sobre la roca.

La eficacia e idoneidad de las defensas metálicas es un hecho probado. No obstante y a la vista de su realización queremos puntualizar que la instalación de las defensas debe adaptarse lo más posible a la disposición geométrica alternante propuesta en el proyecto original de construcción.

Entendemos que no se trata de una medida de carácter estético; en este caso priman razones de eficacia y efectividad de la misma.

Asumimos la tremenda dificultad que implica construir en una ladera con pendientes generalmente altas, irregulares, con salientes, vaguadas, etc... y además hacerlo guardando una disposición prefijada.

Sin embargo, y en aras de un mejor resultado es preciso situar las defensas en una disposición lo más regular posible para ofrecer una barrera efectiva. Sin casuales pasillos donde alguno de los bloques o parte de ellos consigan escapar de la acción contenedora de las barreras metálicas. El gran esfuerzo preciso para realizar la obra exige que ésta se efectúe con máxima rigurosidad respecto de los planteamientos originales.

Así mismo se propone un ensayo que por su simplicidad resulta muy asequible y que puede resultar de gran utilidad: ENSAYO DE TIRO. Consiste en realizar varias pruebas de desprendimiento desde el talud rocoso terminal de la parte alta. Se elegirán varios puntos, procurando para ello que no influya únicamente su facilidad de acceso.

La prueba de tiro se realizará con varios balones y pelotas. Se dejarán caer ligeramente desinchados. De esta forma la falta de inercia por su defecto de masa se verá compensada por su grado de esfericidad y capacidad elástica.

Se obtuvieron magníficos resultados en casos similares con balones de playa de vivos colores conteniendo determinados porcentajes de agua en su interior (1 % - 10 % de volumen). El control se realizaría desde la ladera de enfrente.

Realizados un número suficiente de ensayos se consigue de forma estadística dividir la ladera en áreas de corredor donde se canalizan la mayoría de los desprendimientos y áreas más/menos neutras donde no ocurren o donde ello es casual y poco probable.

Ello conduce a poder extremar las medidas en aquellos puntos donde se localizan zonas de corredor (ver en mapa anejo la más importante, con flechas) y observarlas con la debida consideración en las áreas neutras. Todo ello dentro de la necesidad de incrementar la eficacia de las medidas justificando más aún su costo.

\* A LARGO PLAZO.

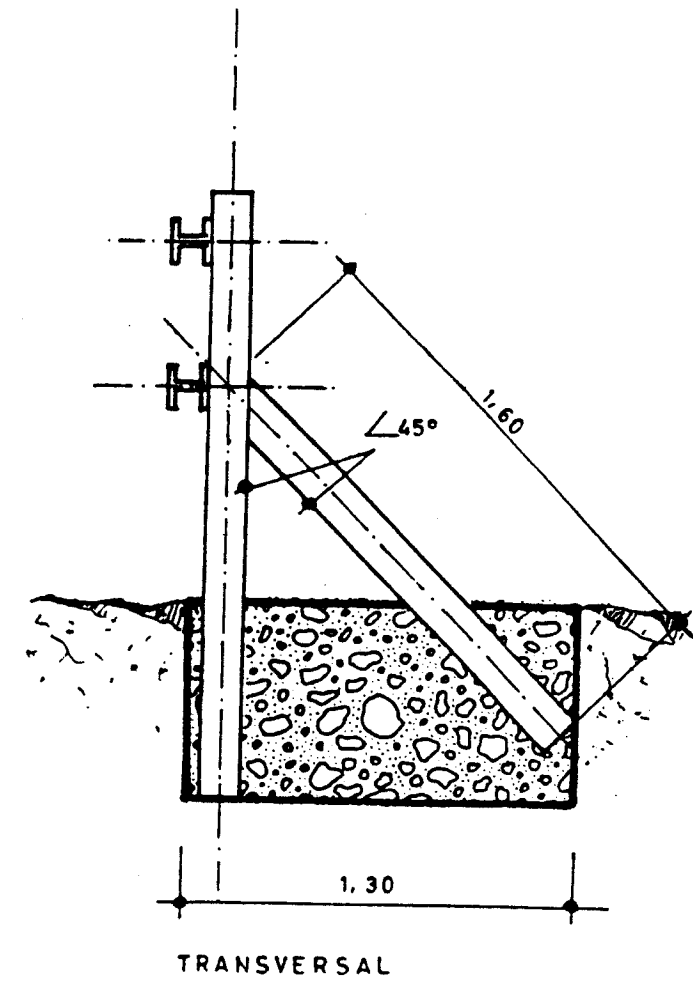
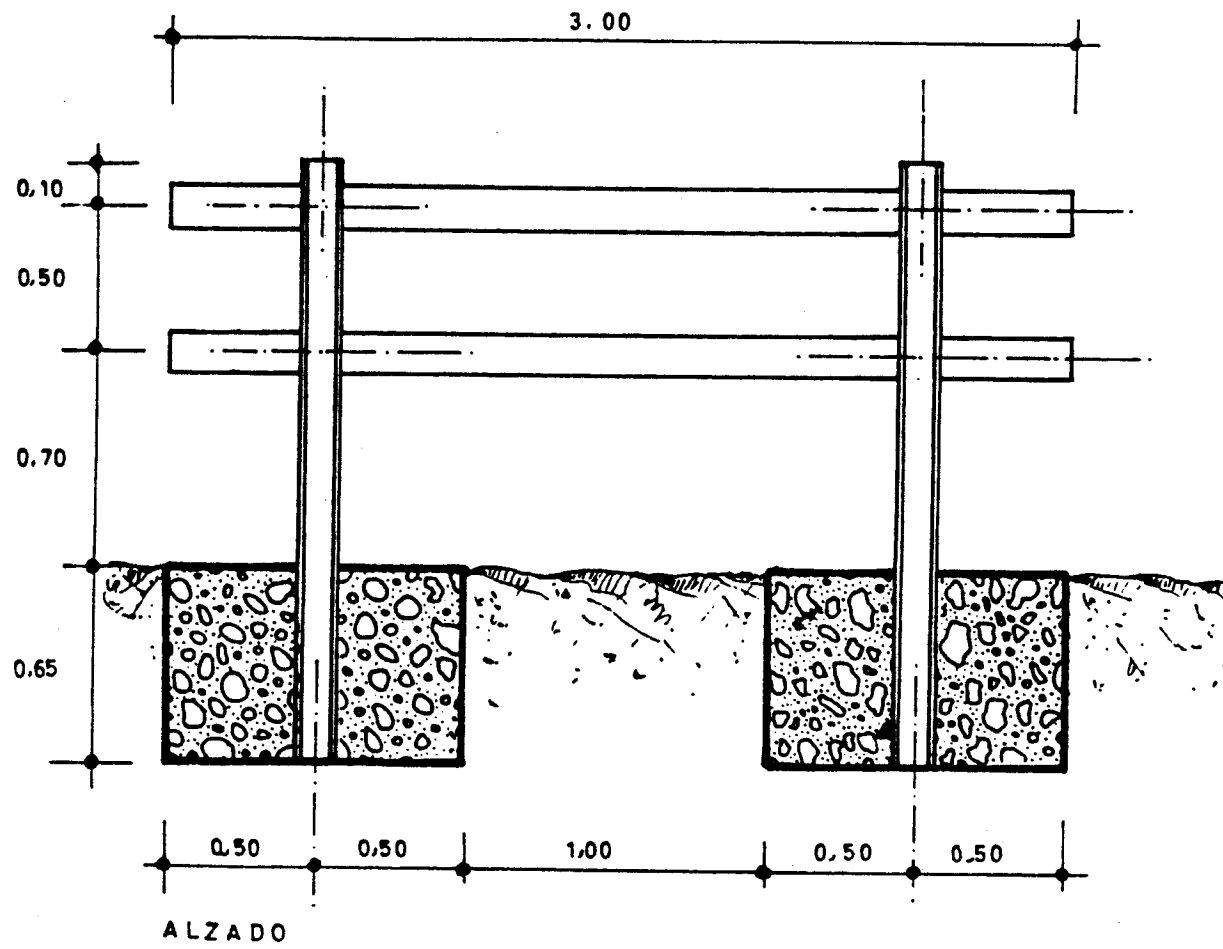
Se apoya la intención de prolongar las bermas en la parte baja del talud. Constituyen junto a la repoblación con eucaliptus un seguro final contra eventuales desprendimientos.

La repoblación con pinos carrascos en la zona intermedia entre defensas y la berma inferior con repoblación de eucaliptus, es en definitiva la mejor medida a largo plazo. Proponemos que se intente realizar subiendo en la ladera lo máximo posible, hasta allí donde la excesiva pendiente o la falta de suelo no permitan la plantación.

Dentro del propio proyecto se debe contemplar la instalación de una berma y tubo-manguera suficiente para poder tener en la parte superior de la ladera una toma de agua para el riego de lo plantado.

# DEFENSAS METALICAS

escala 1:25

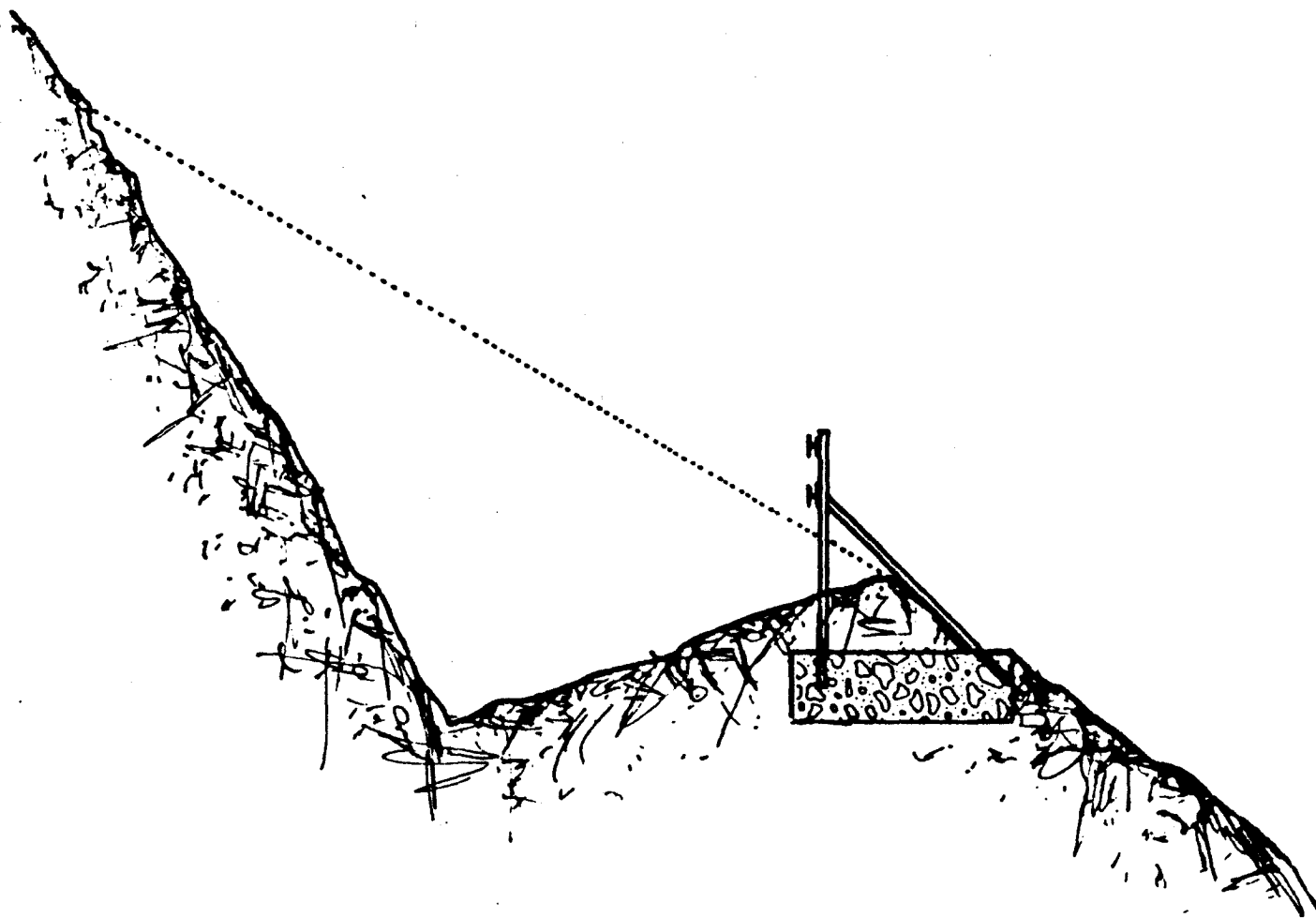




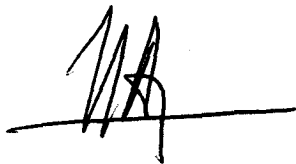
# TERRAZAS EN CONTRAPENDIENTE

• croquis •

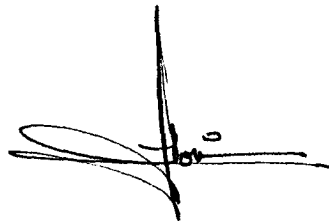
ANCHURA VARIABLE: MAXIMO PERMISIBLE



Sacado del anejo de PLANOS del informe  
"Desprendimientos de piedras sobre Be-  
naoján" del día 10 de Julio de 1.975  
y firmados por el Ing. Jefe Provincial  
del Instituto Nacional para Conservación  
de la Naturaleza (Jefatura de Málaga).



Fdo.: F. J. Ayala Carcedo  
Ing. Minas.  
División de Geología  
Ambiental y Geotecnia.  
I.T.G.E.



Fdo.: Alberto Gracia Bernal  
Geólogo.  
GEONOC, S.A.

ANEXOS:

ANEXO I: FOTOGRAFIAS



FOTOGRAFIA N.º 1:

-MONTEJAQUE- Vista parcial del talud sobre la calle más occidental del Pueblo. Las casas alineadas en la margen interior son las que acusan los esporádicos desprendimientos.



FOTOGRAFIA N.º 2:

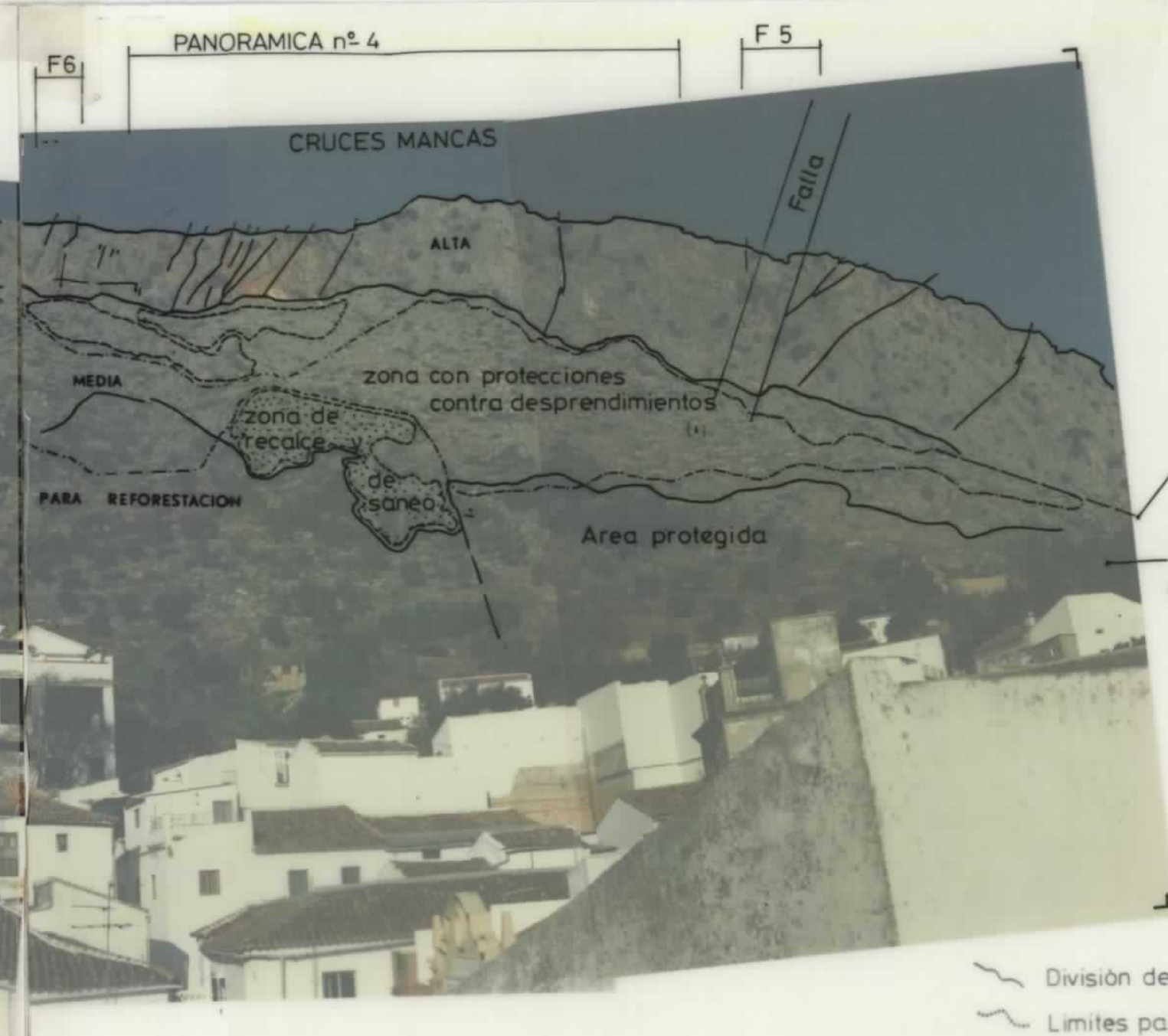
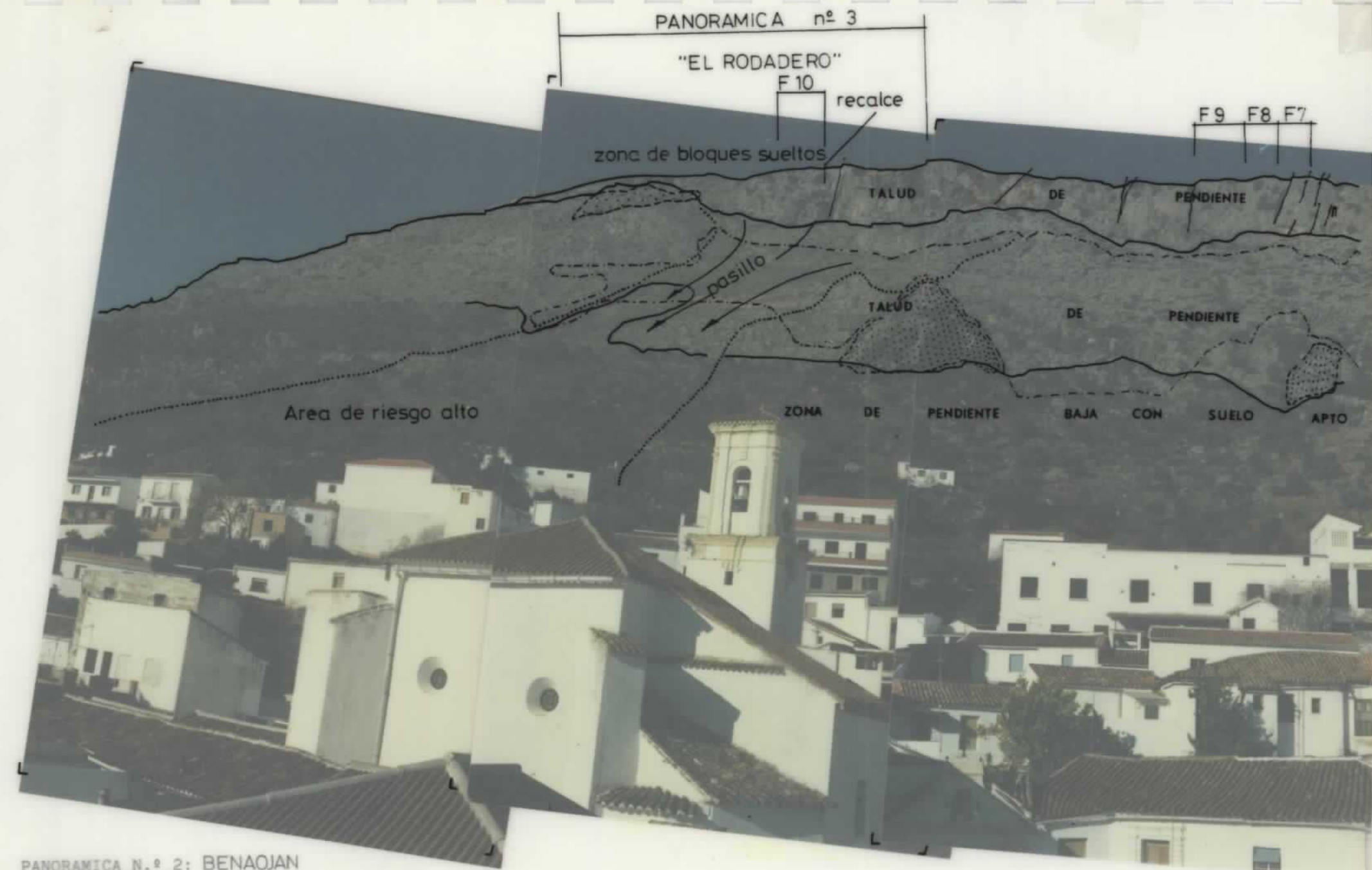
-MONTEJAQUE- Vista parcial del mismo talud desde el polo opuesto.



PANORAMICA N.º 1: MONTEJAQUE

Vista lateral de la ladera del mismo conjunto inestable. Apréciese su situación respecto de la población. La parte inferior (blanquecino) se desplomó, quedando prácticamente "in situ" la totalidad del bloque que se fragmentó al caer.









PANORAMICA N.º 2: BENAJOJAN

Vista desde la azotea del Ayuntamiento de la totalidad de la ladera.

LEYENDA

-  División del talud por pendientes
-  Límites pasillo
-  Area para recalce y saneo
-  Area para la instalación de protecciones contra desprendimientos.



FOTOGRAFIA N.º 3:

- MONTEJAQUE - Gran conjunto inestable con desprendimientos en la zona Norte del Pueblo. Sobre la Cota 710 en la ladera Suroeste del Pico Hacho. Véanse dimensiones relativas y aspecto de la roca.



FOTOGRAFIA N.º 4:

- MONTEJAQUE - Ejemplo de inestabilidad en la parte alta del talud anterior. La vegetación incide negativamente en muchas situaciones sobre la estabilidad de algunos bloques.





FOTOGRAFIA N.º 4 bis:

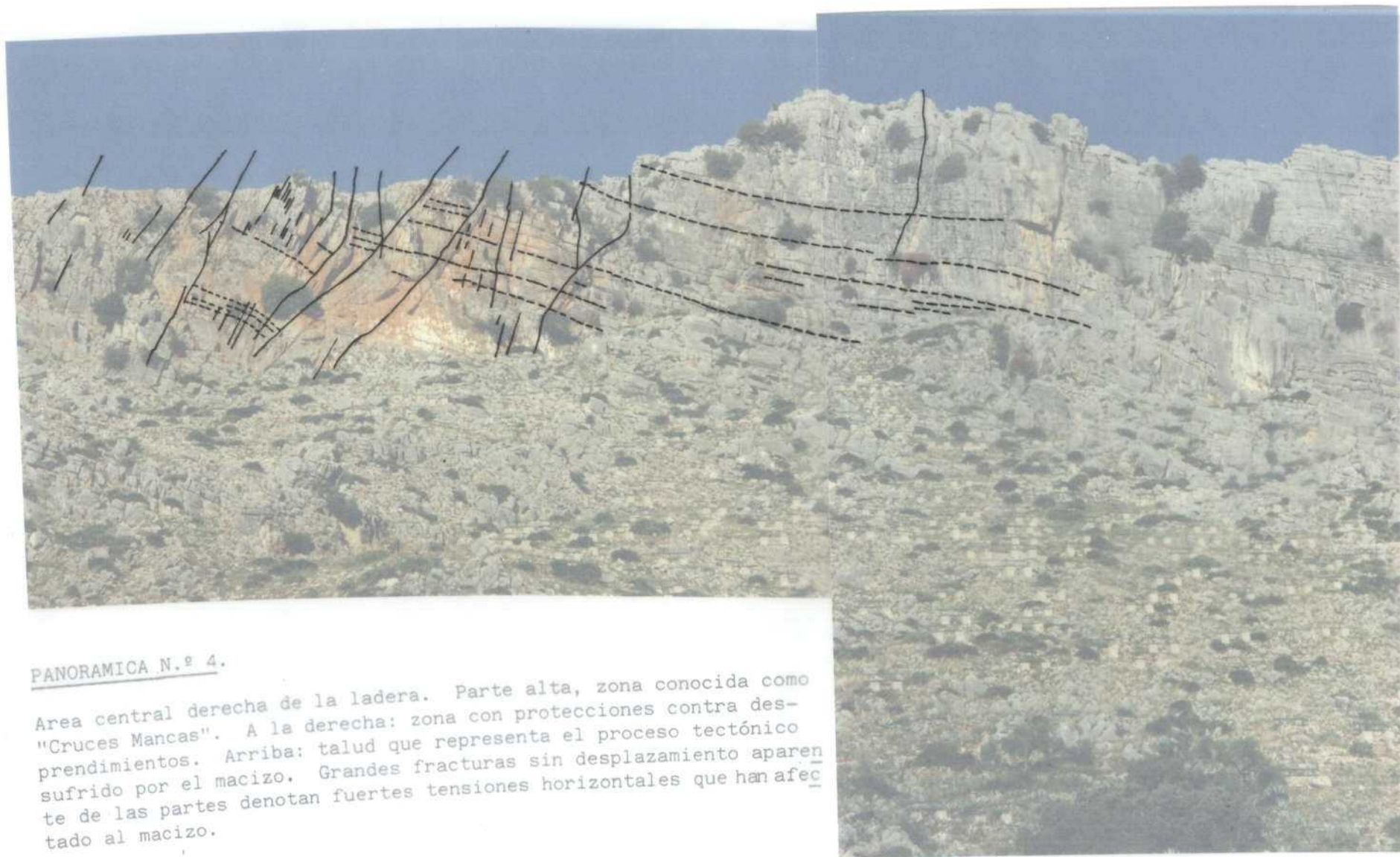
- MONTEJAQUE - Perspectiva del promontorio rocoso desde una posición alejada dentro del campo de riesgo. A la izquierda el cementerio (no visto) y a la derecha la primera casa que queda junto a él.



PANORAMICA N.º 3: BENAJOJAN

Zona Sur de la ladera. En la parte alta se aprecia el talud calizo con su marcada estratificación casi horizontal, con un ligero buzamiento (entre 5° y 10°) a favor de la pendiente, así como el intenso diaclasado vertical que individualiza los bloques. En la parte derecha se localiza un conjunto inestable de grandes bloques. En la parte central y baja se aprecia la amplia vaguada que constituye el "pasillo" canalizador de los desprendimientos.

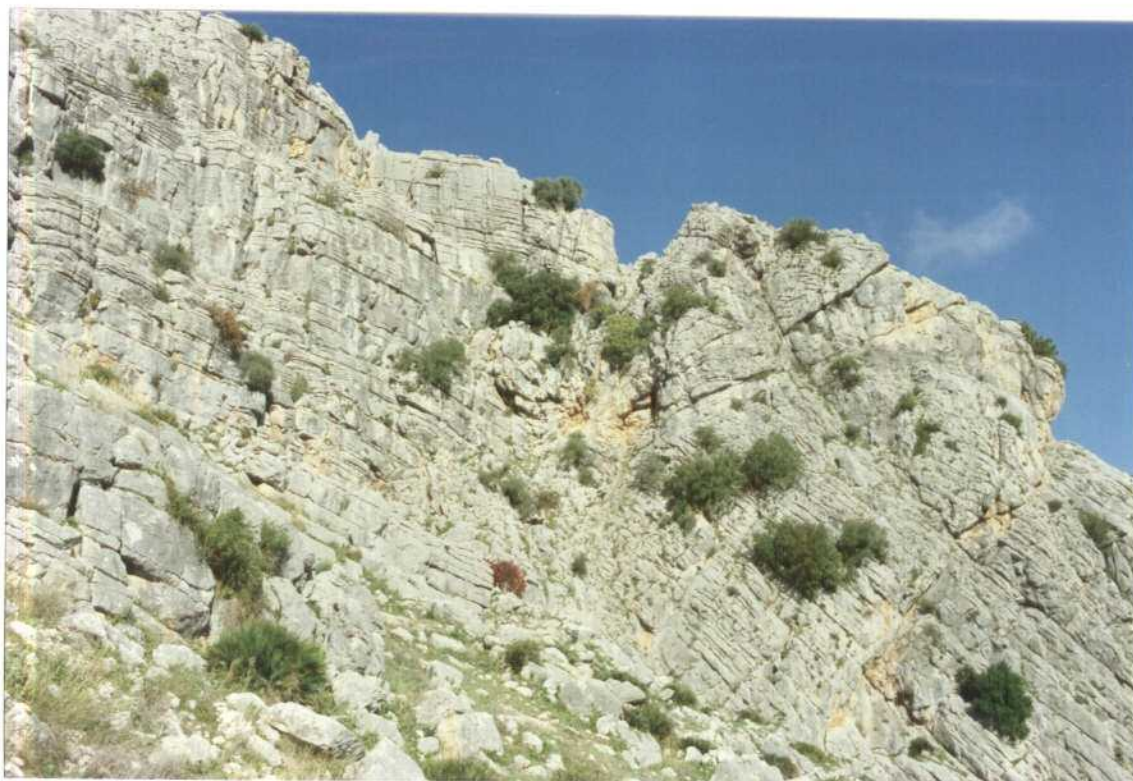




PANORAMICA N.º 4.

Area central derecha de la ladera. Parte alta, zona conocida como "Cruces Mancas". A la derecha: zona con protecciones contra desprendimientos. Arriba: talud que representa el proceso tectónico sufrido por el macizo. Grandes fracturas sin desplazamiento aparente de las partes denotan fuertes tensiones horizontales que han afectado al macizo.

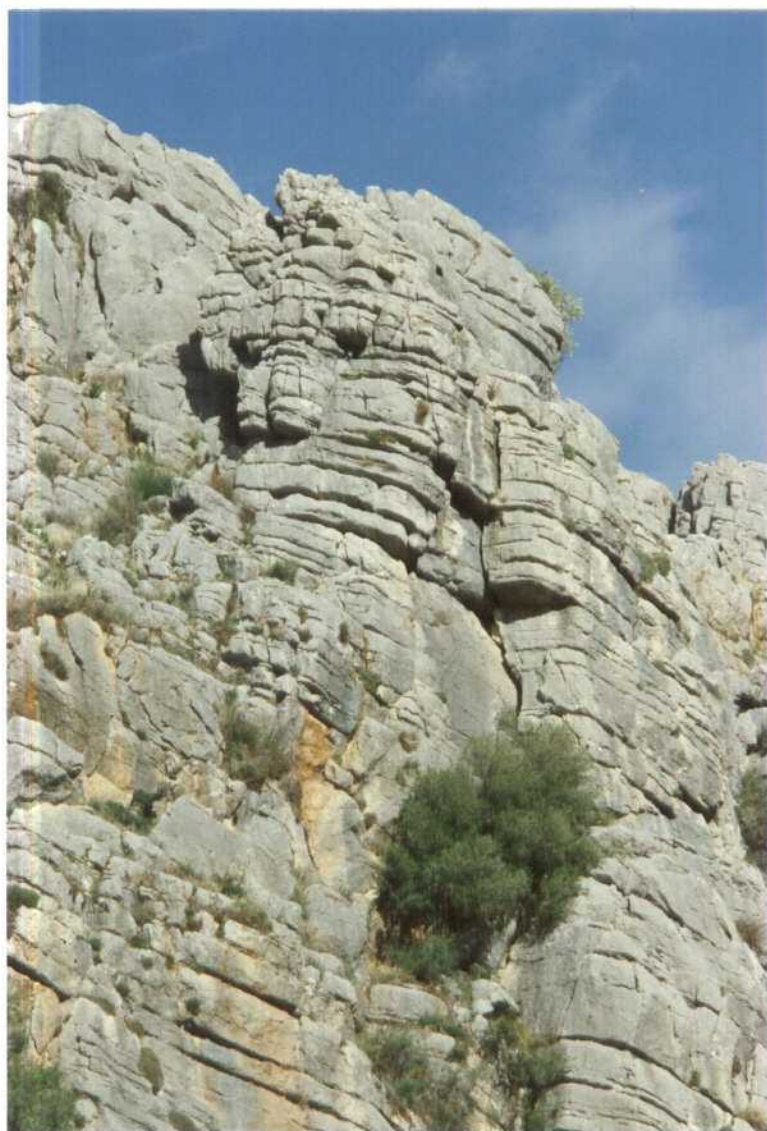
— Fracturación dominante  
- - - Estratificación



FOTOGRAFIA N.º 5.

Gran zona fracturada en el extremo Norte de la ladera. Apréciase el cambio repentino de buzamiento.

De esta zona partieron los desprendimientos que fueron contenidos por las defensas metálicas (ver fotografía n.º 14).



FOTOGRAFIA N.º 6.

Detalle.

Grandes lajas y bloques en voladizo. Apréciase como la estratificación constituye la discontinuidad más penetrativa y como procesos de relajación de la pared favorecen la creación de grandes placas a favor de fracturas paralelas al talud.

REALIZACION DEL RECALCE



PANORAMICA N.º 5:

"TOBOGAN" de descenso de gran parte de los desprendimientos. En esta parte el talud presenta una suave vaguada, limpia, de gran pendiente ( $\approx 35^\circ$ ) que va a dar lugar a un exiguo olivar y directamente a la población. Las flechas indican la dirección que tomó un gran bloque desprendido; aún se pueden apreciar las huellas.



FOTOGRAFIA N.º 7.

Detalle. Las plantas (acebuches) que constituyen un factor determinante de los desprendimientos acaecidos.



FOTOGRAFICA N.º 8.

Gran conjunto inestable en la cresta de la ladera.





FOTOGRAFIA N.º 9:

Detalle de grandes bloques sueltos en la cima de la ladera.



FOTOGRAFIA N.º 10:

Obra de contención de un gran bloque que amenazaba desprendimiento (debajo del trapo rojo). Para su realización fue preciso subir los materiales primeramente con mulos y después a mano con ayuda de polipastos.



FOTOGRAFIA N.º 11.

Gran bloque caído en situación de inestabilidad dudosa sobre la ladera.



FOTOGRAFIA N.º 12:

Recalce de bloques en la ladera. Para ello se utilizan piedras y pequeños bloques recogidos en los alrededores y arena y cemento subidos con mulos hasta una zona determinada.







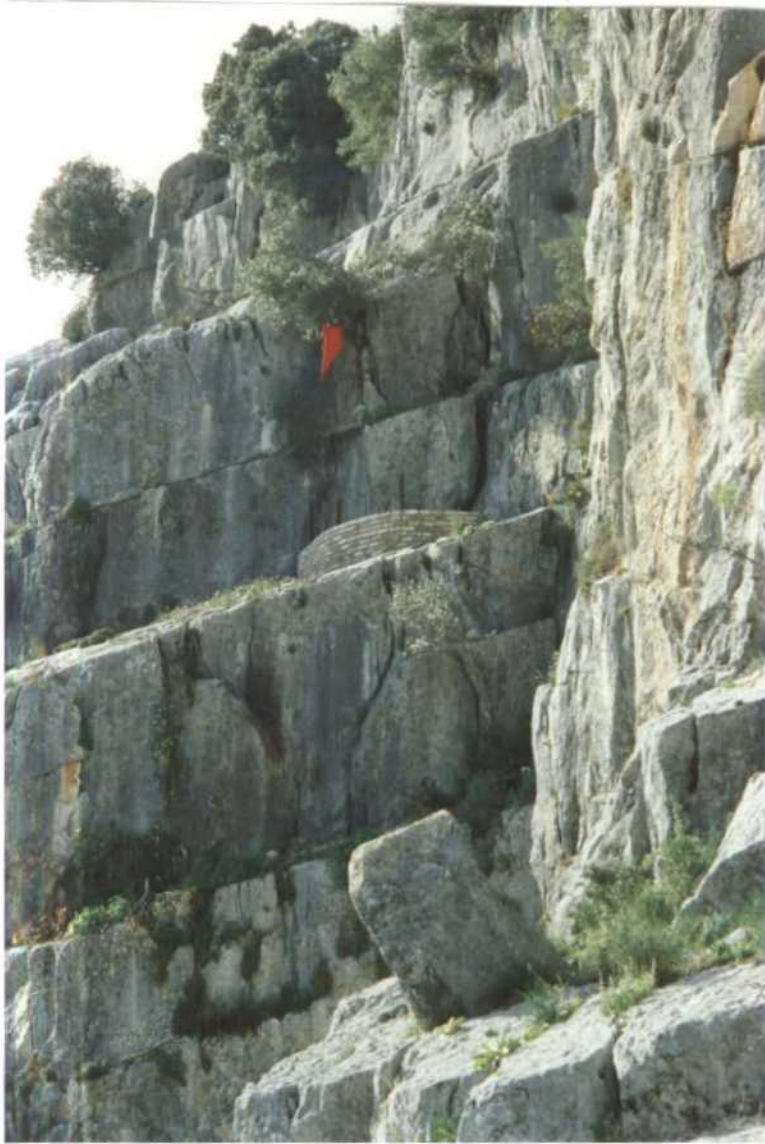
FOTOGRAFIA N. 13.

Detalle de una de las defensas metálicas instaladas en la ladera. Como se puede apreciar su instalación vino en función del propio relieve en cada tramo.



FOTOGRAFIA N.º 14.

Detalle de una defensa que detuvo en primera instancia un bloque que bajaba rodando por la ladera. Se fragmentó en varios trozos que progresaron ya mínimamente por la ladera.



FOTOGRAFIA N.º 15:

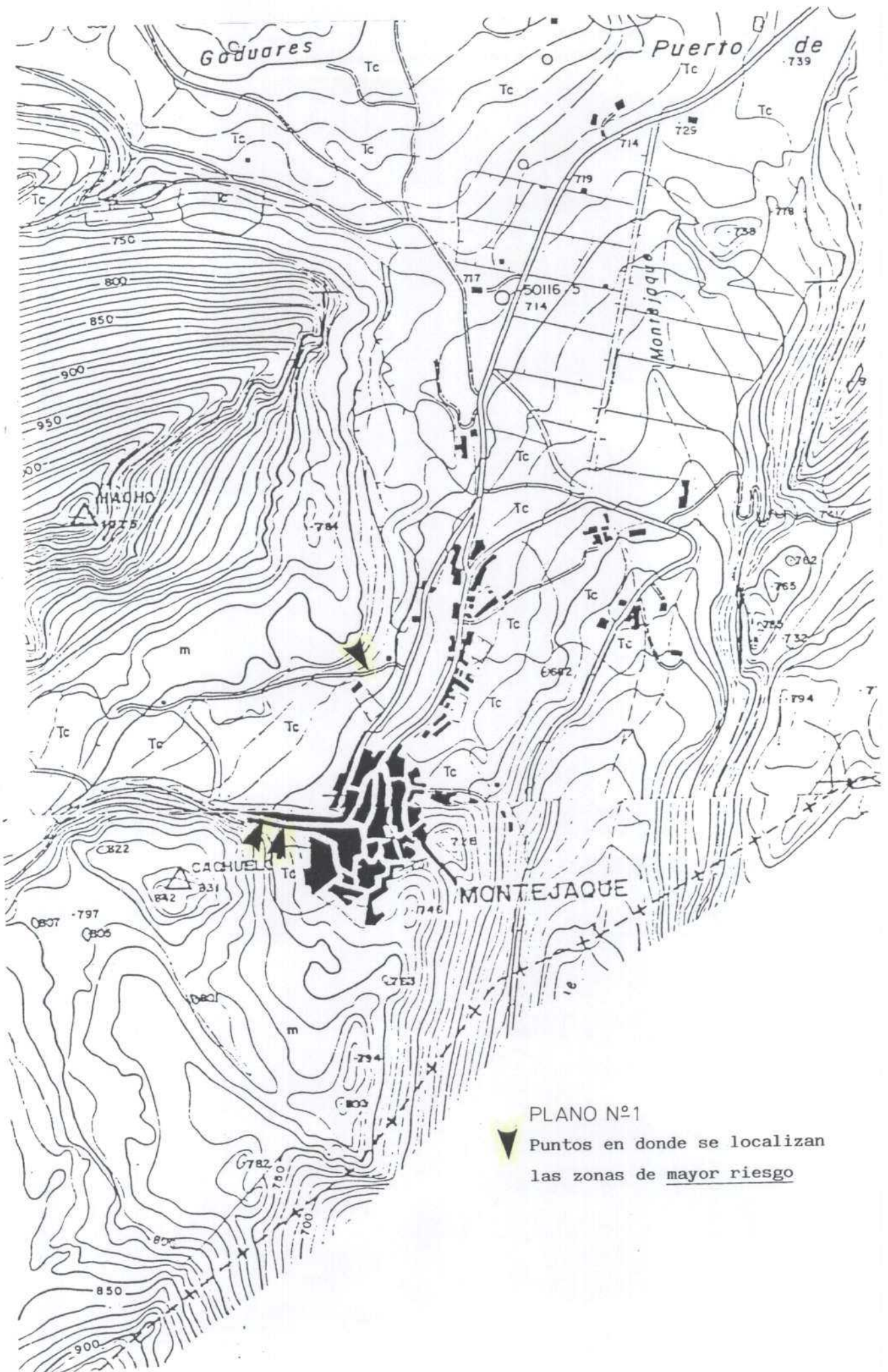
Detalle de la obra de contención en la parte alta.

FOTOGRAFIA N.º16:

Berma colectora de rocas en la parte baja de la ladera. En su margen izquierda, ladera abajo se repobló con eucaliptus; y ladera arriba con pinos.



ANEXO II : PLANOS



**LEYENDA**

- Puntos con signos apreciables de inestabilidad
- - - - - Area de riesgo por caída de rocas
- ➔ Area de riesgo de partida de los desprendimientos
- Construcciones con riesgo de desprendimiento
- Area de reforestación

Escala 1/2.000

PLANO Nº 2

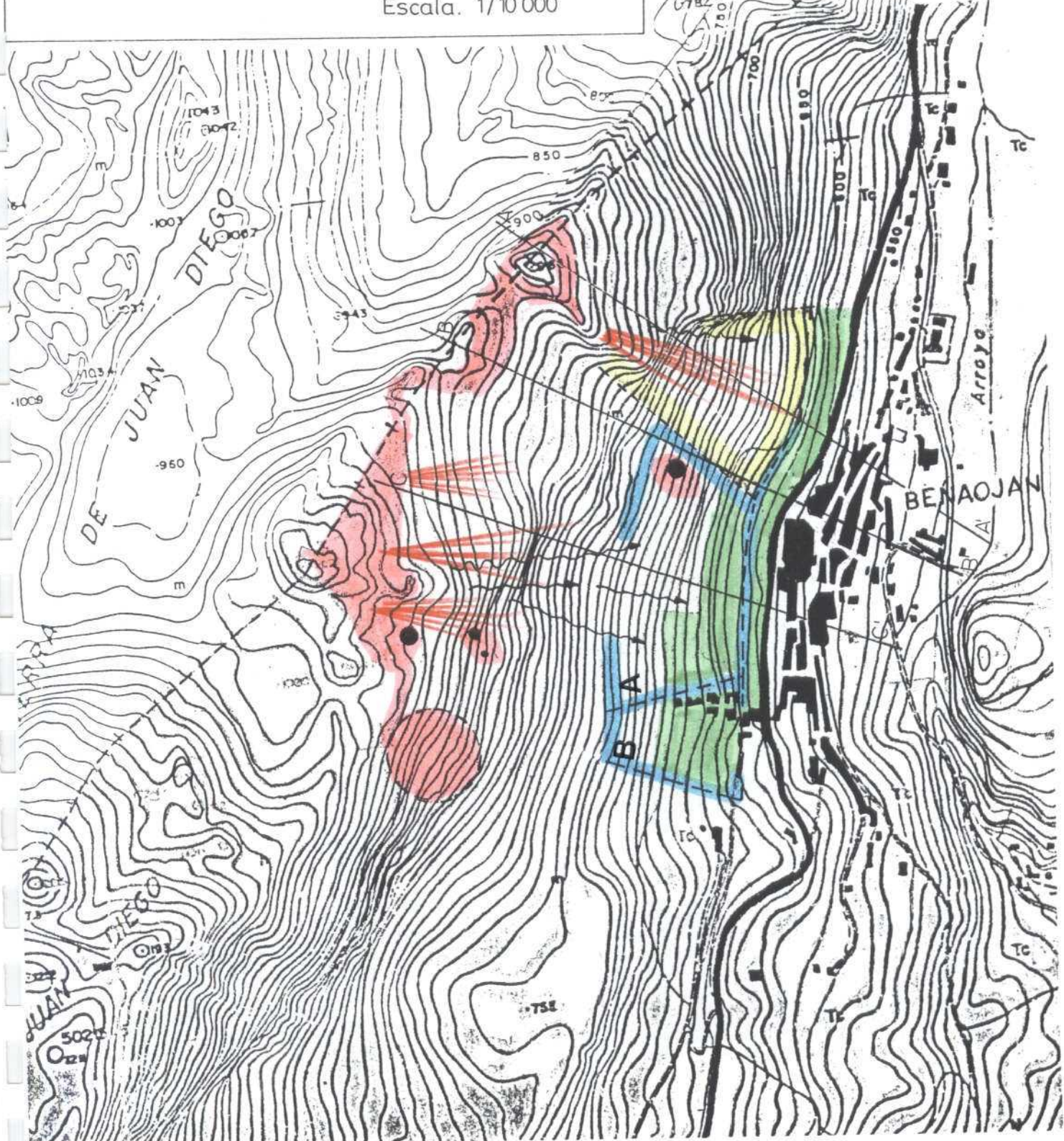
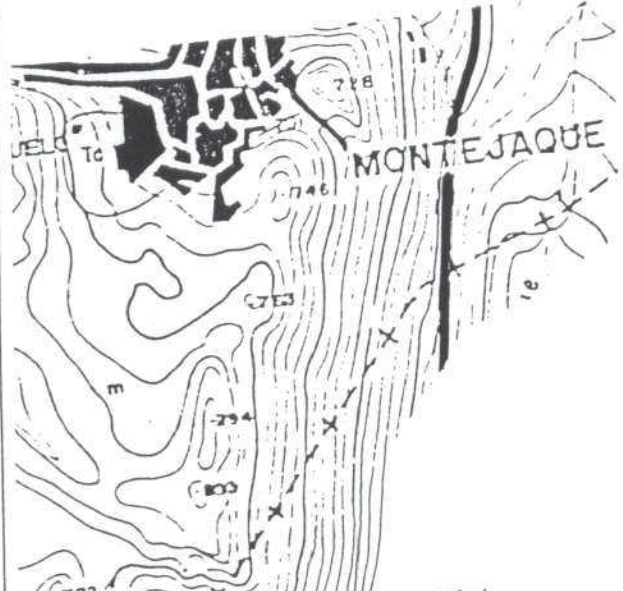


LEYENDA

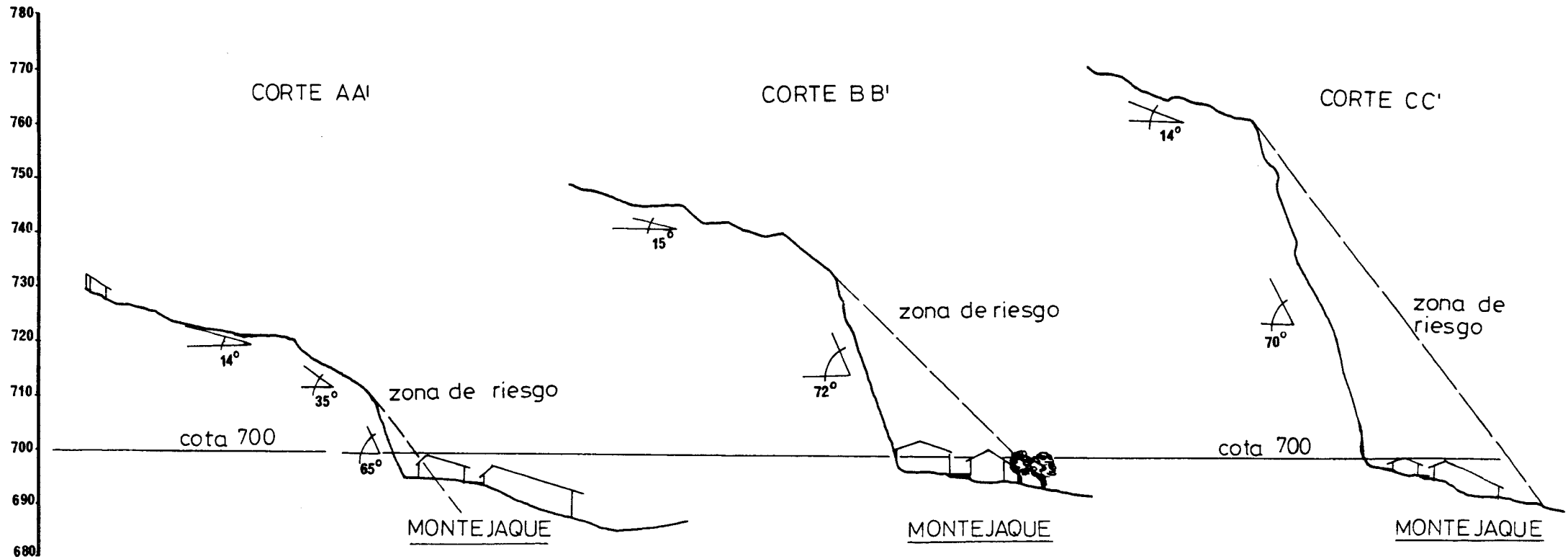
PLANO Nº 3

- ● Bloques con recalces
- ↘ Dirección de los desprendimientos
- ▬ Límites de zona protegida
- ▬ Límites de zona a proteger Preferente A Posterior B
- Zona con posibilidad de reforestación
- ↘ Zona de partida de los desprendimientos
- Conjunto inestable

Escala. 1/10 000

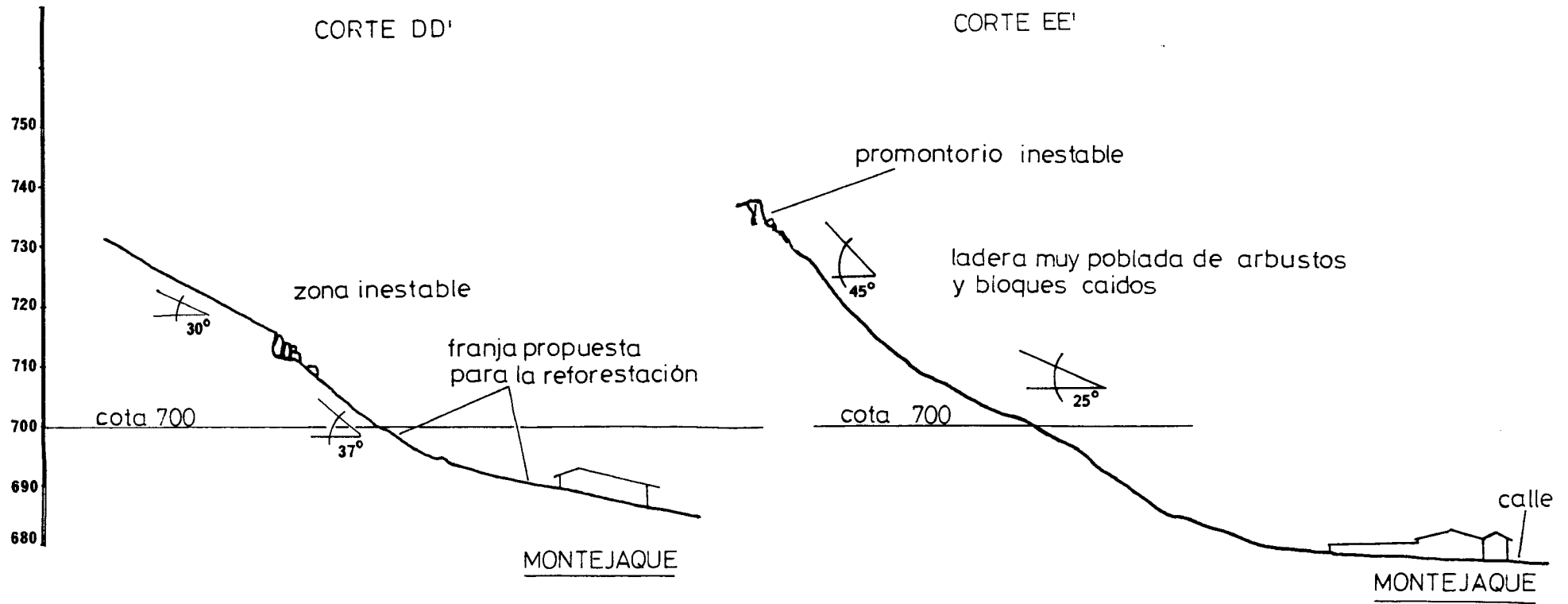


ANEXO III : PERFILES



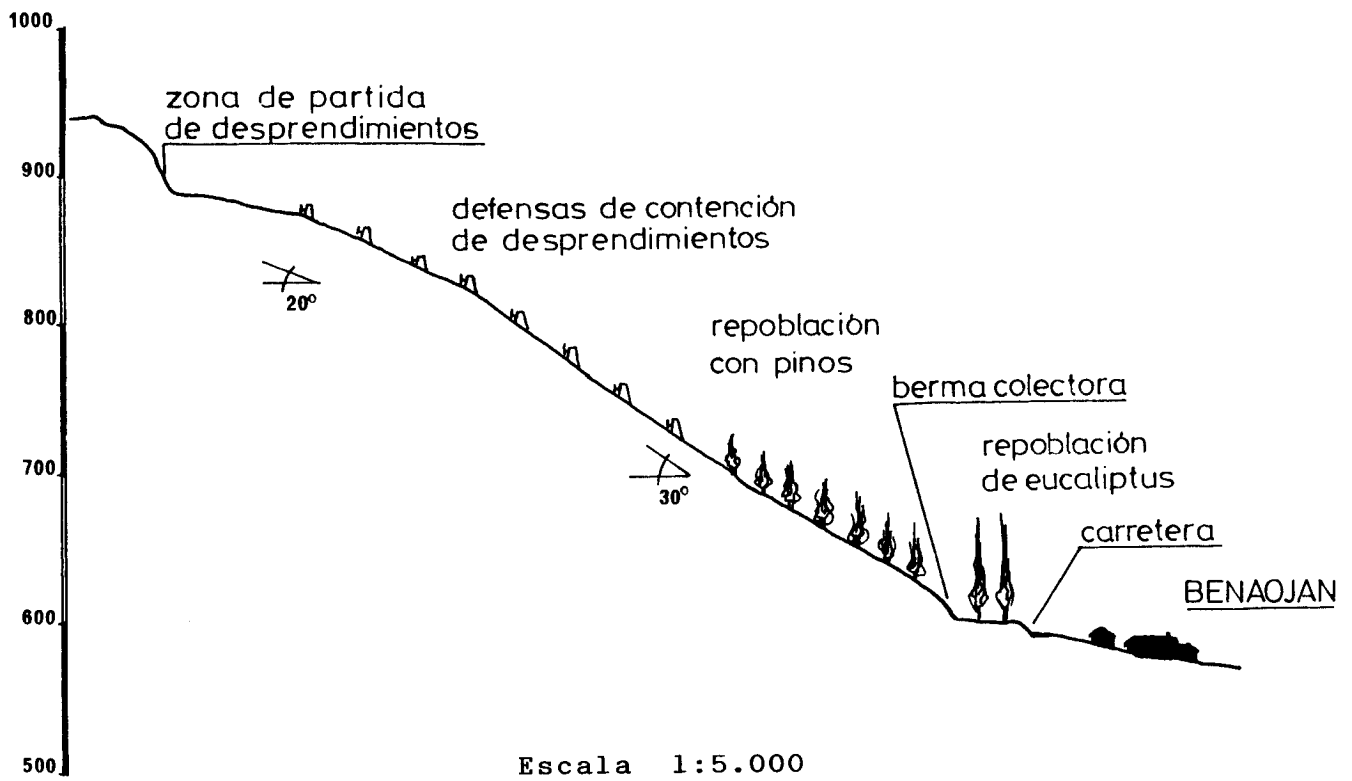
ESCALA 1: 1000



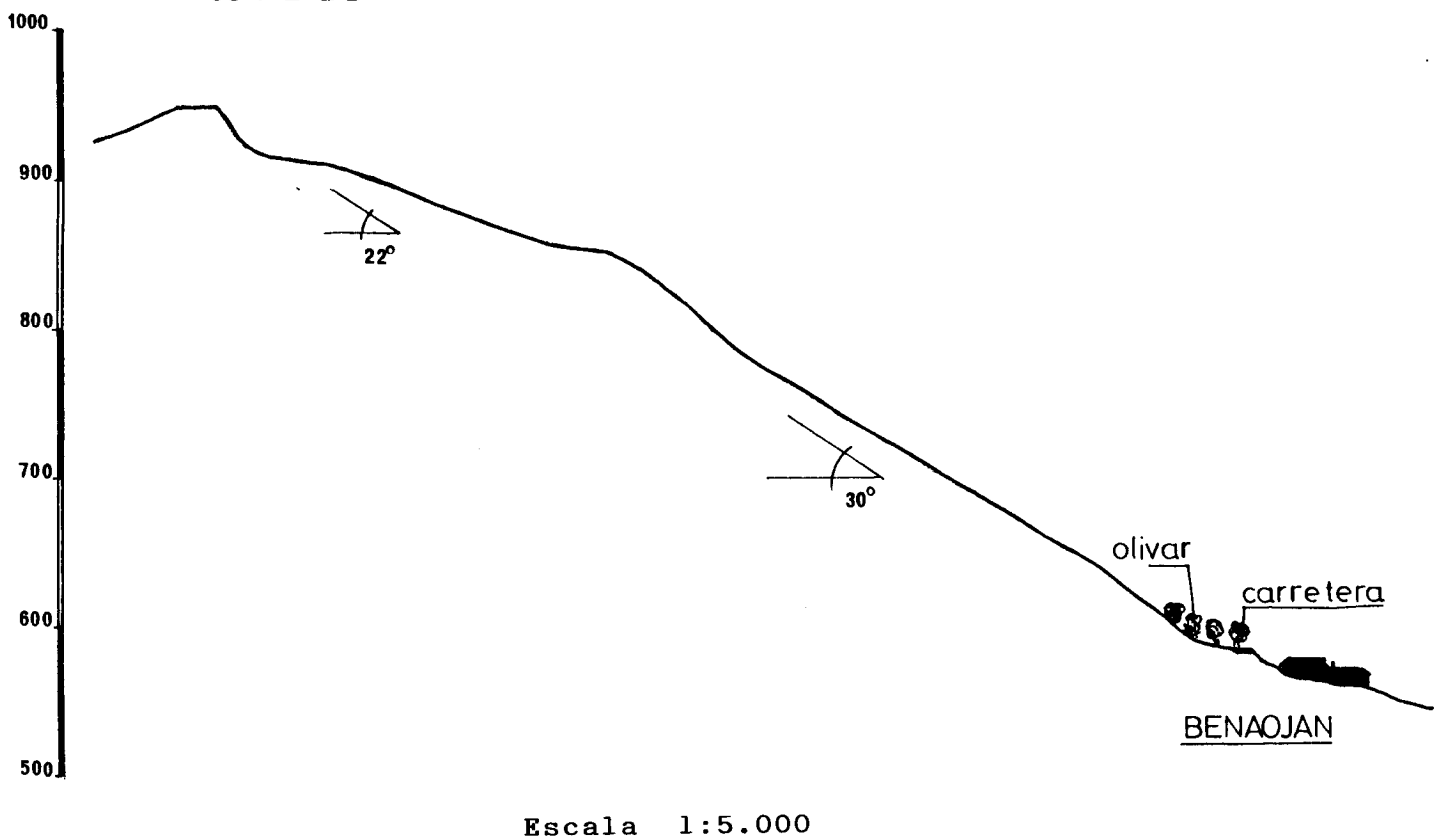


ESCALA 1:1000

### CORTE AA'

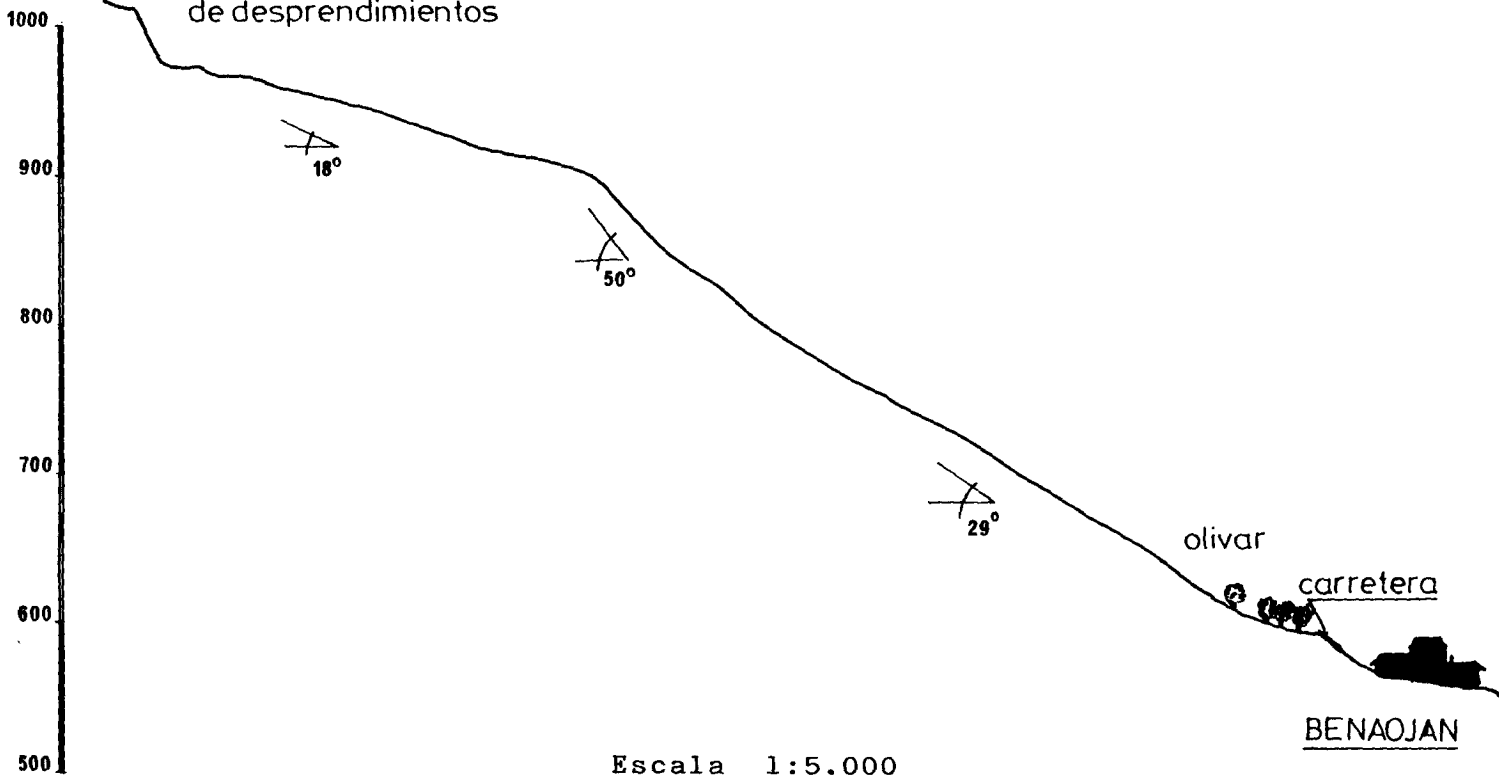


### CORTE BB'



CORTE CC'

zona de partida  
de desprendimientos



Escala 1:5.000

BENAOJAN

ANEXO IV: VALORACION PRESUPUESTARIA

**PRESUPUESTO ESTIMATIVO DE LAS MEDIDAS DE CORRECCION EN MONTEJAQUE.**

La superficie total a tratar es en torno a los 4.800 m<sup>2</sup>. con altura relativa entre 20 y 50 m. de talud casi vertical.

\* El trabajo de saneo se debería realizar desde una malla colgada y anclada en su parte superior. Desde ella operarios especializados irían soltando los bloques en posición inestable y arrancando los arbustos instalados en las grietas. En estos puntos se verterá sal sólida o productos químicos análogos a fin de retrasar al máximo nuevos brotes. Es importante intentar arrancar las plantas de raíz puesto que sino retornan nuevamente.

En los casos en los que se aprecie conveniente se verterá una lechada en hormigón sobre la grieta, sellándola.

El precio estimado de saneo por m<sup>2</sup> incluido transporte e instalación de los medios precisos es de 1.200 Pts.

Con lo que la labor de saneo de toda la ladera se estima en: -CINCO MILLONES SETECIENTAS SESENTA MIL PESETAS-(5.760.000).

\* La instalación de una malla fija para la misma superficie comprendería la misma operación anterior, más:

4.800 m<sup>2</sup> + 15 % = 5.500 m<sup>2</sup> de malla fija de triple torsión en acero galvanizado, colocada y anclada.

-Su precio por m<sup>2</sup> es de: 3.200 Pts.

-El precio total de la instalación ascendería a: .....  
..... -DIECISIETE MILLONES SEISCIENTAS MIL PESETAS-.....  
(17.600.000).

Total Medidas .....	5.760.000 Pts.
	<u>17.600.000 Pts.</u>
	23.360.000 Pts.

Nota: Este precio no incluiría los costos adicionales de acceso al punto de trabajo, si éste hubiera de ser habilitado.

**PARTIDA PRESUPUESTARIA ESTIMATIVA.**

- Benaoján

Dentro de las recomendaciones se contempla que las mejor opción la constituyen las medidas ya tomadas en el periodo entre 1.979 y 1.982, vista su eficacia y comprobada en el desprendimiento del 28 de Enero de 1.981.

Se contempla una nueva fase de las mismas características que la anterior en la que entrarían un número semejante de elementos. Por lo tanto sirve la evaluación económica comprobada para aquel caso.

Se incluye aquí el presupuesto original, en primera fase, para la corrección y defensa de los desprendimientos realizada por la JEFATURA PROVINCIAL DE MALAGA del INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACION DE LA NATURALEZA del Ministerio de Agricultura y firmado por el Ingeniero y Director de las obras, D. Agustín Hernández con el V.º B.º del Ingeniero Jefe Provincial, D. Miguel Alvarez Calvente, en fecha 7 de Marzo de 1.979.

Se incluye también el resumen real anual del gasto de la obra que sufre un incremento apreciable no previsto por la larga duración de la misma. La firman el mismo Ingeniero Director de la obra con el V.º B.º del Ing. Jefe Provincial.

En base a éste último costo de las obras y en función de criterios basados en precios de hoy, definidos en revistas especializadas del ramo (EME DOS, Agenda de la Construcción), obtenemos factores de corrección-incremento de las partidas presupuestarias de jornales, materiales y maquinaria.

MINISTERIO DE AGRICULTURA

INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACION DE LA NATURALEZA

JEFATURA PROVINCIAL DE MALAGA

PRESUPUESTO-PROPUESTA PARA DEFENSA DE DESPRENDIMIENTOS DE  
PIEDRAS EN LA LOCALIDAD DE BENAJOJAN ( MALAGA ).-

PRESUPUESTO GENERAL

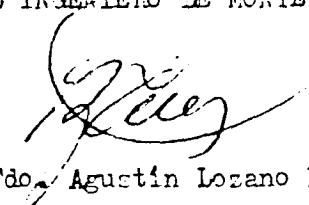
	<u>nº de Salarios</u>	<u>Salarios Ptas.</u>	<u>Materiales Ptas.</u>	<u>TOTAL Ptas.</u>
Repoblación de 20 Ha, á - 49.611 Ptas/Ha.....	260,00	272.220	720.000	992.220
0,8 Km. de camino de Ser- vicio á 699.262 Ptas/Km..	76,80	80.410	479.000	559.410
870 m.l. de defensa de I- 100, á 1.457 Ptas/m.l....	-	-	1.267.590	1.267.590
870 m.l. de defensa de I- 140, á 2.429 Ptas/m.l....	-	-	2.113.230	2.113.230
510 m.l. de defensa de I- 200, á 4.324 Ptas/m.l....	-	-	2.205.240	2.205.240
Transporte de 152.460 Kg- de hierro, á 0,50 Ptas/Kg	-	-	76.230	76.230
Carga y descarga de 152.460 Kg de hierro, á 0'42 Ptas/ Kg.....	61,16	64.033	-	64.033
Colocación de 2.250 m.l.- de defensa á 120 Ptas/m.l.	150,75	157.500	112.500	270.000
Apertura de zanja en tran- sito en 1.267,500 m.c. a - 219 Pta/m.c.....	253,50	264.908	12.675	277.583

	<u>n.º de salarios</u>	<u>Salarios</u> <u>Ptas.</u>	<u>Materiales</u> <u>Ptas.</u>	<u>TOTAL</u> <u>Ptas.</u>
Hormigonado de 200 Kg en anclajes, en 1.267,500 - m.c., á 1.624Ptas/m.c....	380,25	397.995	1.660.425	2.058.420
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL.....	1.182,46	1.237.066	8.646.890	9.883.956
Seguro de Ascidentes: 6,0663% s/ salarios.....				75.044
TOTAL TRABAJOS.....				9.959.000
Gastos consultivos: 4% s/ Ejecución Material.....				395.358
TOTAL GENERAL.....				10.354.358

Asciende el presente presupuesto a la expresada cantidad de DIEZ  
MILLONES TRESCIENTAS CINCUENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTAS CINCUENTA Y OCHO -  
PESETAS.- ( 10.354.358 Ptas)

Málaga, 7 de Marzo de 1.979

EL INGENIERO DE MONTES,

  
Fdo. Agustín Lozano Hernández

Vº Eº

EL INGENIERO JEFE PROVINCIAL,

Fdo. Miguel Alvarez Calvente.



P R E S U P U E S T O

IMPORTE DE LOS TRABAJOS EFECTUADOS PARA LA DEFENSA DE DESPRENDIMIENTOS DE PIEDRAS EN LA LOCALIDAD DE BENAU  
JAN (MALAGA).

AÑO			JORNALES - PTS.	MATERIALES - PTS.	MAQUINARIA - PTS.	T O T A L - PTS.
			<u>RESUMEN</u>			
1.979	-	-	1.401.621	867.371	2.024.025	4.293.017
1.980	-	-	2.110.078	4.185.675	1.243.750	7.539.503
1.981	-	-	-	1.488.420	-	1.488.420
1.982	-	-	-	461.900	-	461.900
TOTAL .....			3.511.699	7.003.366	3.267.775	13.782.840

FINANCIACION

GOBIERNO CIVIL (EMPLEO COMUNITARIO) ..... 7.382.840 "  
 DIFERENCIA (DEFICIT) ..... 6.400.000 .  
 T O T A L ..... 13.782.840

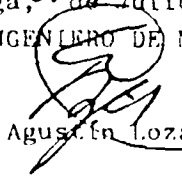
Vº Bº

EL INGENIERO JEFE PROVINCIAL



Málaga, <sup>28</sup> de Julio de 1.982  
 EL INGENIERO DE MONTES

Fdo. Agustín Lozano Hernández



TOTAL DE OBRA REALIZADA (a fecha de: 28 de julio de 1.982)  
 ..... 13.782.840 Pts.  
 (TRECE MILLONES SETECIENTAS OCHENTA Y DOS MIL OCHOCIENTAS  
 CUARENTA PESETAS).

- Factor de incremento de los materiales (1.988)----- 3,66 %
- " " " de los salarios (1.988)----- 7,40 %
- " " " de la maquinaria (1.988)----- 4,005 %

Con estos factores y el volumen presupuestario de cada una de las tres partidas definidas obtenemos el factor de conversión global de la obra.

$$\frac{3,66 \times 7,003 + 7,40 \times 3,51 + 4,005 \times 3,27}{13} = 4,90$$

- FACTOR DE CONVERSION E INCREMENTO ..... 4,90
- IMPORTE DE LOS TRABAJOS EFECTUADOS ..... 13.782.840 .- Ptas.
- CIFRA ESTIMATIVA ORIENTATIVA DEL PRECIO DE LOS TRABA-  
 JOS HOY ..... 67.535.916 .- Ptas.