

ESTUDIO DE RIESGOS DE DESPRENDIMIENTOS  
SOBRE LAS INSTALACIONES DEPORTIVAS  
MUNICIPALES DE LA LOCALIDAD DE VILLA-  
VIEJA (CASTELLON)

01245

Este estudio ha sido realizado por el siguiente equipo técnico:

- D. Francisco J. Ayala Carcedo.
  - \* Ing. de Minas.
  - \* Director del Area de Ingeniería Geoambiental. (I.T.G.E.).
  - \* Director del Estudio.
  
- D. Alberto Gracia Bernal.
  - \* Lcdo. en Ciencias Geológicas.  
GEONOC, S.A.
  
- D. Miguel A. Pérez Picallo.
  - \* Lcdo. en Ciencias Geológicas.  
GEONOC, S.A.

Septiembre 1.989.

## I N D I C E

- 1.- INTRODUCCION.
- 2.- ANTECEDENTES.
- 3.- LOCALIZACION Y ACCESOS.
- 4.- ENTORNO GEOLOGICO DE LA ZONA.
  - 4.1. Estratigrafía.
  - 4.2. Tectónica.
- 5.- DESCRIPCION DE LAS DISTINTAS ZONAS DEL TALUD.
- 6.- DESCRIPCION GEOMECANICA DEL MACIZO.
  - 6.1. Introducción.
  - 6.2. Discontinuidades.
    - 6.2.1. Grado de fracturación.
    - 6.2.2. Espaciado.
    - 6.2.3. Tamaño y forma de los bloques.
    - 6.2.4. Estado de las paredes de las juntas. Rellenos.
    - 6.2.5. Rugosidad.
    - 6.2.6. Persistencia.
    - 6.2.7. Apertura.
    - 6.2.8. Condiciones hidráulicas.
- 7.- ANALISIS DE LAS INESTABILIDADES.
- 8.- EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO.
- 9.- CONCLUSIONES.
- 10.- RECOMENDACIONES - MEDIDAS PROPUESTAS.

## A N E X O S

- I. PRESUPUESTO ESTIMATIVO DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS.
- II. PLANO DE SITUACION (Escala 1/5.000).
- III. CUADROS DE CALCULO PARA EL PROYECTO DE BERMAS.
- IV. (Figura) PLANO DE SITUACION (Escala 1:1.000). MEDIDAS CORRECTORAS PROPUESTAS.
- V. CORTES TOPOGRAFICOS DEL TALUD INESTABLE.
- VI. MEDIDAS CORRECTORAS
  - Opción "A" (Malla de contención)
  - Opción "B" (Sistema de protección al impacto).
- VII. RECORRIDO FOTOGRAFICO.
  - VII-1 Localización dentro del talud.
  - VII-1 Fotografías.

## 1.- INTRODUCCION.

A petición del Presidente de la Excma. Diputación Provincial de Castellón, con fecha de 25 de Enero de 1.989, el INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (I.T.G.E.) ha realizado con la colaboración de GEONOC, S.A. (Empresa Consultora) un estudio sobre la inestabilidad que afecta a un gran talud rocoso que domina una gran parte de las instalaciones deportivas de la localidad de Villavieja (Castellón), y en el que han tenido lugar una serie de desprendimientos rocosos.

El objetivo de este trabajo es evaluar el grado de riesgo de desprendimientos y aportar las soluciones que mejor se ajusten tanto a las características del talud, como al nivel de seguridad que se precise.

Para ello el Departamento de Ingeniería Geoambiental del I.T.G.E. envió técnicos al lugar que recogieron los datos precisos para el estudio y tomaron muestras para su posterior análisis.

Con todo ello se ha elaborado la presente memoria técnica.

## 2.- ANTECEDENTES.

Según declaraciones de D. Ignacio SANGÜESA ROGER, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos; Técnico del Servicio Provincial de Asesoramiento a los Municipios (Oficina Técnica de Asistencia a los Municipios) de la Excma. Diputación Provincial de Castellón, el talud con desprendimientos corresponde a un antiguo frente de cantera, abandonado ya en el año 1.930, del que se extrajo piedra de escollera para la construcción del vecino Puerto de Burriana, a algo más de 5 Km. de distancia de la localidad de Villavieja.

Posteriormente, los terrenos pasaron a ser propiedad municipal, siendo acondicionados para campos e instalaciones deportivas. Concretamente, al pie del talud, se ha construido un recinto donde se practica un conocido "juego de pelota" de carácter regional.

En el talud, según declaraciones de los vecinos, se había observado algún desprendimiento ocasional de piedras. A finales de Diciembre de 1.988 se produjo un desprendimiento de bloques ( $\approx 2 \text{ m}^3$ ) que originó un gran boquete en la citada instalación deportiva, en uno de los muros exteriores, pasando parte del material desprendido al interior de la misma.

La alarma de que un hecho similar, o de mayor magnitud, se pudiera producir durante la celebración de algún acto deportivo, señalando que el muro afectado da directamente a las gradas del público, hizo solicitar ayuda al Servicio competente de la Excma. Diputación Provincial. Esta, con fecha de 10 de Enero de 1.989, envió un técnico al lugar que indicó unas primeras medidas de protección y solicitó, por escrito, el estudio, por técnicos especializados en riesgos geológicos, del Instituto Tecnológico Geomineo de España.

En Julio del mismo año, el I.T.G.E. envió un técnico a evaluar la situación.

### 3.- LOCALIZACION Y ACCESOS.

La localidad de Villavieja se encuentra situada a 21 km. de la ciudad de Castellón, al Suroeste de la misma.

El acceso desde esta capital de provincia se puede hacer por la Nacional 340 con dirección a Sagunto - Valencia. En Nules se toma una carretera local que lleva a Villavieja.

A la zona deportiva, donde se encuentra el problema, se accede, una vez llegado al municipio, tomando la carretera local que se dirige a Betxi, hasta el cementerio, donde se retrocede hacia el interior de Villavieja, entrando por el Norte, hasta un parque infantil y la Plaza de la Inmaculada desde la que se ve el talud que presenta los desprendimientos.



#### 4.- ENTORNO GEOLOGICO DE LA ZONA.

##### 4.1. ESTRATIGRAFIA.

La formación rocosa que aparece en el talud con problemas de desprendimientos, está identificada como Muschelkalk. Según la descripción estratigráfica de la Hoja n.º 640 del Plan Magna del I.G.M.E. este Muschelkalk se encuentra transgresivo sobre el Buntsandstein. La formación que ha actuado como nivel de despegue se encuentra definida como facies Röt (Buntsandstein). De potencia entre 10 y 30 m., son margas y arcillas abigarradas de aspecto pizarroso. Su alta plasticidad relativa favoreció el ca balgamiento de la formación calcárea.

Las facies Muschelkalk que aparecen en esta zona (TG 2) es tan definidas de muro a techo por:

A- Calizas dolomíticas de color pardo rojizo, dispuestas en bancos de 50 cm. a un metro. A techo, la estratificación se hace más irregular y adquiere un aspecto lajoso. A muro, la ca liza es micrítica recristalizada en microsparita de tonos grises. La potencia total del tramo es del orden de 150 m.

B- Arcillas margosas de aspecto pizarroso, con niveles más calcáreos que resaltan dentro de la formación, de tonos grises claros. Nivel que puede ser equivalente al tramo detrítico rojo del Trías Catalánide (C. VIRGILI, 1.985). La potencia, muy varia ble, pudiendo incluso faltar el tramo, es de alrededor de los 40 metros, pudiendo alcanzar los 100 m. como, por ejemplo, en la zona de Villamalur.

C- Calizas dolomíticas tableadas, totalmente recristalizadas de grano medio, con algunos niveles ricos en sombras de pellets. Se presentan en bancos de poco espesor (8 cm.). La estratificación aumenta de espesor hacia techo y muro. La potencia del conjunto, muy variable según las zonas, puede estimarse en unos 80-100 m.

D- Alternancia de calizas micríticas (micritas, biomicritas, pelmicritas) y pelesparíticas, con micritas arcillosas. Ocasionalmente se encuentran niveles de margas arcillosas intercalados. Todo el conjunto presenta una fuerte recristalización (cuarzo de neoformación en las pelesparitas) y pizarrosidad en algunos niveles. Se han encontrado restos de Lamelibranquios, ostrácodos, microfiliamentos, Ammonites, gasterópodos, Nodosaria, Frondicularia, Woodwardia, Glomogira, Radiolarios, Crinoides, Involutina, lo que unido a la litología da una microfacies del Muschelkalk. La potencia del conjunto es del orden de los 50 m.

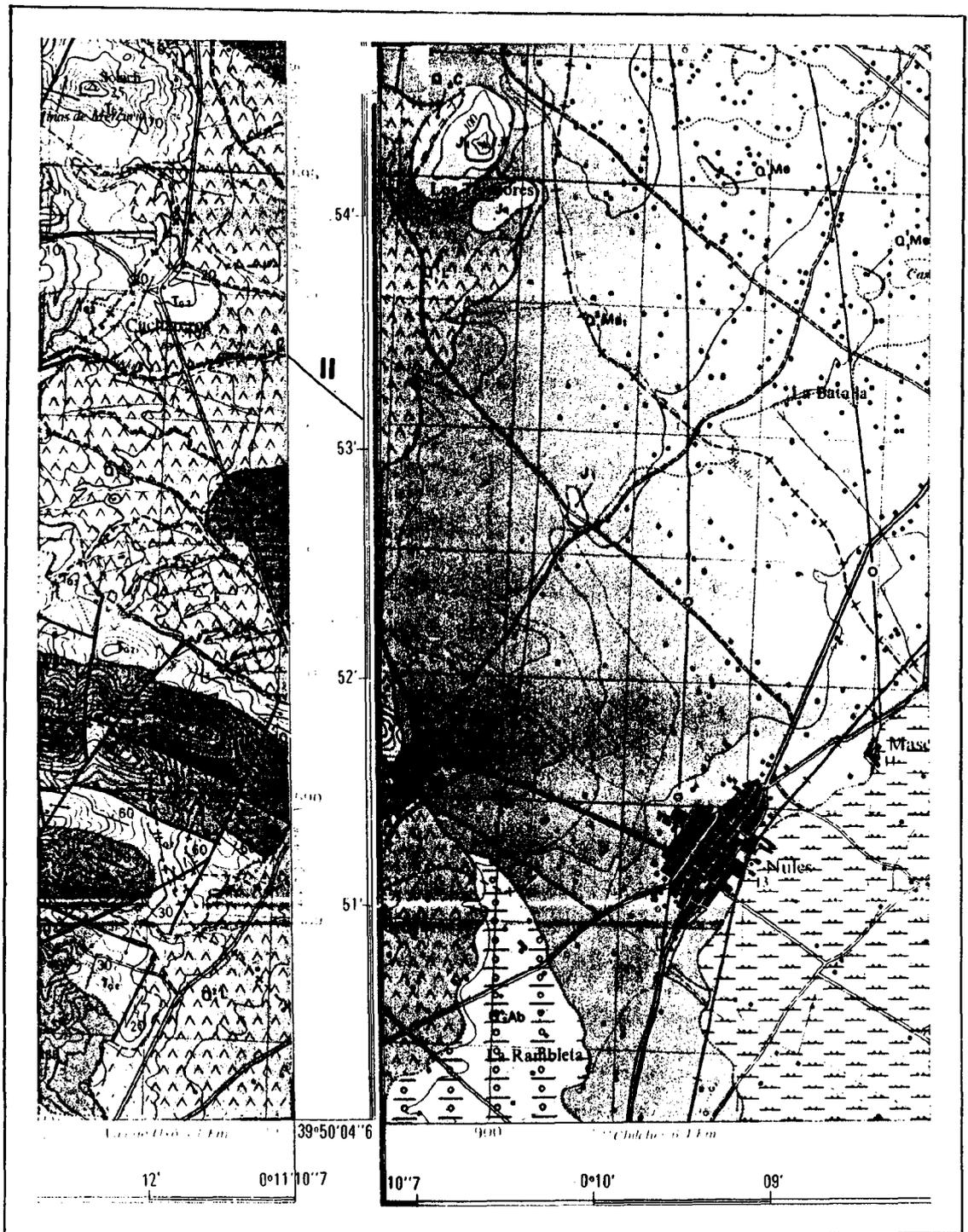
Analizados los materiales vistos, podemos afirmar encontrarlos en la transición entre el paquete inferior (A) calizo-dolomítico en el que se observan bien recristalizaciones y el paquete (B) más arcilloso - margoso.

#### 4.2. TECTONICA.

La estructura que se observa en la cartografía corresponde a un anticlinal tumbado de dirección general WNW - ESE y fallado longitudinalmente con un buzamiento de todo el tramo de la serie en torno a 70 °. En el esquema tectónico aparece representado como el dorso posterior de un cabalgamiento hacia el Sur, quedando el punto donde nos encontramos como terminación periclinal del pliegue. En concreto nos situamos en el vertice SO. del denominado "Anticlinorio del Espadán". Este, como puede observarse en el ESQUEMA TECTONICO adjunto, está formado por dos estructuras anticlinales, entre las que se intercala un sinclinal roto por falla inversa, dando origen a un pliegue-falla. Los materiales son de edad exclusivamente triásica aflorando en el centro de los anticlinales el Buntsandstein Inferior, y en sus flancos, como ocurre aquí, no llegan a aparecer materiales superiores al primer nivel calcáreo del Muschelkalk.

El anticlinal queda fosilizado hacia el Este, por el Cuaternario de la Plana de Castellón. El núcleo se encuentra siempre roto en su eje por fallas de gravedad, al igual que una gran parte de su flanco estructural, que al resolverse como un pliegue en rodilla se fractura en la zona de mayor flexión.

Todo el anticlinorio del Espadán está articulado por dos sistemas dominantes de fracturación; uno en dirección ONO - ESE, sin duda congénito con los plegamientos de esta dirección, y otro de rumbo NNE - SSO posterior.



**MAPA GEOLOGICO DE LA ZONA.**

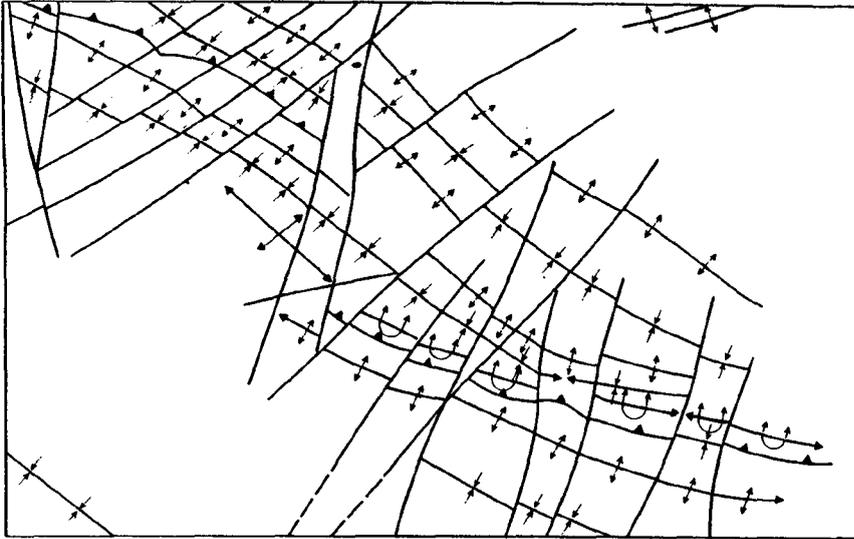
Sacado de: "MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA".  
I.G.M.E.

Castellón de La Plana.  
(Islas Columbretes) Hoja 669  
y Segorbe. Hoja 668.

Escala 1:50.000

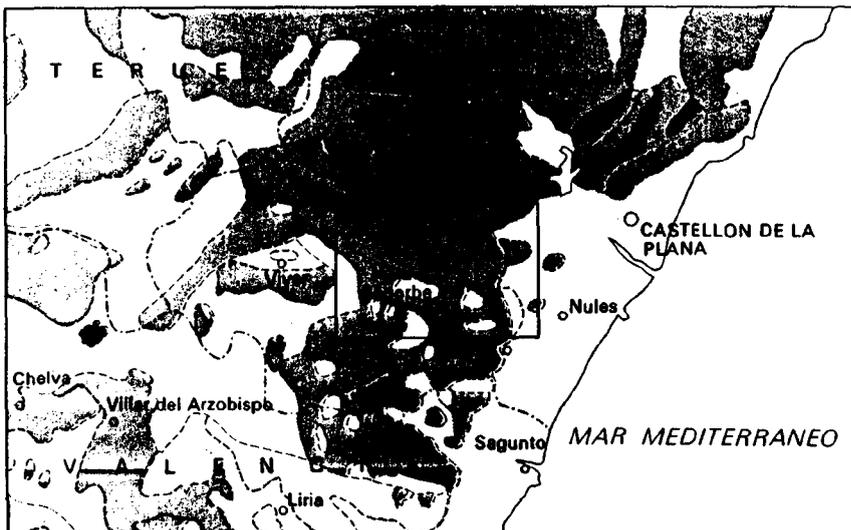


## ESQUEMA TECTONICO



Escala 1:250.000

## ESQUEMA REGIONAL



Escala 1:1.000.000



CASTELLÓN DE LA PLANA (641)

# LEYENDA

<b>CUATERNARIO</b>	HOLOCENO				<p><b>Q<sub>2</sub>R</b> DEPOSITOS DE FONDO DE RAMBLA (Cantos sueltos)</p> <p><b>Q<sub>1</sub>C</b> COLUVIONES Arcillas rojas con cantos</p>			
	PLEISTOCENO	SUPERIOR			<p><b>Q<sub>1</sub>M</b> MANTOS DE ARROYADA Arcillas rojas con cantos, niveles de costras</p> <p><b>O<sub>1</sub>T</b> TERRAZA</p> <p><b>Q<sub>1</sub>D</b> DEPOSITOS DE PIE DE MONTE (Arcillas rojas con cantos encostrados superficialmente)</p> <p><b>Q<sub>1</sub>M</b> MANTOS ALUVIALES ENCOSTRADOS (Conglomerados)</p>			
		MEDIO						
		INFERIOR						
<b>TERCIARIO</b>	PLIO-CUATERNARIO			$T_2^0 - O_1^1$	<p><math>T_2^0 - O_1^1</math> Costras calcáreas y cal Tobaceas</p>			
	NEOGENO	MIOCENO		FACIES CONTINENTAL	$T_0^0$	<p><math>T_0^0</math> Calizas</p>		
					$T_0^1$	<p><math>T_0^1</math> Conglomerados y areniscas.</p>		
	PALEOG.	OLIGOC.	CHATIEN	$T_{C13-11}^{0-1}$	<p><math>T_{C13-11}^{0-1}</math> Conglomerados y areniscas</p>			
<b>CRETACICO</b>	SUPER.	CENOMANIENSE		$C_{14-21}$	<p><math>C_{14-21}</math> Calizas</p>			
		INFERIOR	APTIENSE					
	BARREMIENSE							
	NEOCOMIENSE		F. W.	<p><math>C_{W11-14}^{3-1}</math> Areniscas y arcillas</p>				
<b>JURASICO</b>	MALM.	PORLANDES?		$J_{32-33}^0$	<p><math>J_{32-33}^0</math> Calizas arenosas</p>			
		KIMMERID	SUPERIOR			$J_3$	<p><math>J_3^2</math> Calizas</p> <p><math>J_3</math> Calizas margosas</p>	
			MEDIO					
	DOGGER			$J_2$	<p><math>J_2</math> Calizas</p>			
	LIAS			$J_1$	<p><math>J_1</math> Carniolas y dolomías</p>			
<b>TRIASICO</b>	KEUPER			$T_{G3}$	<p><math>T_{G3}</math> Margas y arcillas</p>			
	MUSCHELKAK			$T_{G2}$	<p><math>T_{G2}</math> Dolomías, margas y arcillas, calizas</p>			
	BUNTSANDSTEIN			$T_{G1}$	<p><math>T_{G1}</math> Alternancia de argilitas y areniscas facies R01</p> <p><math>T_{G1}</math> Areniscas</p> <p><math>T_{G1}</math> Areniscas y argilitas</p>			
<b>PALEOZOICO</b>					<p><b>CA-P</b> Pizarras y cuarcitas</p>			

## 5.- DESCRIPCION DE LAS DISTINTAS ZONAS DEL TALUD.

Todo el acantilado rocoso se ha dividido, para su estudio, en distintas zonas en función de su situación dentro del mismo. Se pretende estructurar el trabajo analizado, en cada caso, el riesgo potencial. La División por zonas puede verse en la Panorámica n.º 1 del anexo de fotografías.

\* El talud lateral izquierdo tiene una altura en torno a 40-45 metros y se ha diferenciado por su dirección topográfica relativa que varía entre 10° y 40° respecto del Norte.

Presente una cornisa bastante disgregada pero no a nivel de grandes bloques. Los materiales son aquí de composición más margosa y la caliza se encuentra mucho más alterada.

La situación relativa respecto de las pistas deportivas es mejor que la del talud central.

\* El talud central se ha diferenciado por su alta pendiente general. Presenta tramos en extraplomo y se observan en él numerosas situaciones inestables con presencia de viseras y voladizos. La altura máxima de esta zona es de unos 65 m.

Se han observado aquí:

a) Problemas de vuelco en el ángulo inferior izquierdo (ver Panorámica 1) donde la estratificación buza entre 70° y 80° hacia el interior del talud en una cara de talud entre vertical y extraplomada en 10° y 12°. Esto da lugar a grandes placas que quedan en voladizo sobre parte de la zona trasera del pabellón deportivo, con una altura que oscila entre 20 y 22 metros sobre el nivel de la base. La potencia de las placas es bastante uniforme. Su adherencia relativa al resto del macizo rocoso parece

buena aunque los planos de estratificación constituyen las discontinuidades más marcadas de la roca.

b) Grandes placas de costras calcáreas producto de precipitación de carbonatos en fracturas preexistentes en el macizo. Señaladas en la Panorámica 1, se reconocen por presentarse en formas notablemente superpuestas a la estratificación, evitando el que se pueda reconocer esta en ese punto. Sus bordes son irregulares y quedan en algún caso sobresaliendo del talud en forma de lajas separadas del mismo.

c) La parte central del talud presenta voladizos a favor de la estratificación. Aquí la situación relativa de estos voladizos, su magnitud y abundancia incrementan considerablemente el riesgo de desprendimiento. La roca está sufriendo esfuerzos a flexo-tracción que solo son contrarrestados por la propia cohesión del material que la compone y por las uniones entre estrato y estrato. Aunque la calidad de la roca aquí parece buena y se podría esperar que la cohesión fuera muy elevada, se ha observado una familia de discontinuidades paralela al talud, de forma que es posible el desprendimiento de bloques (ver análisis estructural más adelante).

d) En la parte inferior derecha se encuentra el problema anteriormente descrito de posible caída de bloques mucho más claro. Aquí se tomaron la mayor parte de las medidas para el análisis estructural. La estratificación está muy marcada y la cohesión entre planos parece "de visu" mucho más baja. El talud tiene bloques sueltos, muchos de ellos en posición de estabilidad dudosa.

En la cornisa del talud central en intersección con el talud superior se encuentran las situaciones de inestabilidad más claras. De esta zona, en un punto situado hacia la izquierda se desprendieron los bloques que suscitaron el temor de nuevos desprendimientos. Sobre el superponible a la Panorámica 1, se han marcado algunos de los bloques identificados en situación más inestable: En la panorámica 2 y fotografías 7 y 8 se reconoce un buen número de bloques sueltos en situación de clara inestabilidad. Se observan grietas abiertas y bloques caídos, desplazados, apoyados simplemente en otros o sobre la pendiente superior. Su situación relativa respecto del pabellón deportivo de pelota es la más comprometida.

\* Talud central superior. Se encuentra, como se puede apreciar sobre la Panorámica 1, en la parte más alta. Presenta una pendiente variable entre 21° y 48°. En él la roca se encuentra muy fracturada y, merced a su baja pendiente relativa en algunos puntos, se han rellenado grietas y se ha desarrollado alguna vegetación de poca importancia.

Presenta gran número de bloques caídos, con desplazamiento relativo evidente. Su estabilidad no está clara en muchos casos, lo que unido a su posición hace su situación mucho más comprometida.

La zona de coronación de este tramo presenta bloques, igual que para la zona anterior, fracturados y en posición inestable. Se observa incluso que ha habido desprendimiento de algunos bloques recientemente.

\* Talud lateral derecho. Corresponde a una zona en un talud natural, de entre 30° y 40° de pendiente. Su dirección respecto al Norte está sensiblemente desplazada hacia el W.

Aquí la situación de inestabilidad se encuentran fundamentalmente sobre la cornisa en la zona de intersección con el Talud Central (ver Panorámica 1); el juego estructural de discontinuidades determina bloques inestables hacia el talud abierto por la cantera. En las fotografías 5 y 6 se observan vistas parciales de la situación descrita: la ladera natural presenta pequeños bloques rodados sobre una pendiente relativamente suave, mientras que el talud excavado presenta bloques volados, viseras y voladizos con evidente peligro de desprendimiento.

\* Las zonas señaladas como pie del talud, aunque se han marcado con un ángulo medio de 55°, presentan pendientes muy variables en función de su origen artificial por el desarrollo propio de las labores en la antigua cantera.

## 6.- DESCRIPCION GEOMECANICA DEL MACIZO.

### 6.1. INTRODUCCION.

El estudio de las posibles instalaciones en el talud es difícil, cuando confluyen, como en este caso, tantos factores:

- Pendiente general elevada del talud.
- Roca muy fracturada y degradada fundamentalmente en su coronación, con familias de fracturas que pueden generar bloques inestables.
- Origen del talud (mediante excavación con explosivos...)
- Presencia de niveles freáticos ocasionales o locales.
- Presencia de vegetación en las fracturas.

Sumados, a cada uno de los mencionados, aparecen otros de tipo particular en cada caso como pueden ser: posición de cada bloque respecto del talud y de otros bloques vecinos, voladizos, viseras, resaltes, conjuntos inestables, presencia de rellenos arcillosos en las grietas que rebajan su resistencia a la fricción, rugosidad de las superficies de diaclasado en cada caso particular, grado de apertura de las discontinuidades y, en general, tantos factores como casos particulares.

Reconocida la complejidad del tratamiento, se analizarán por separado algunos de estos factores, los más decisivos, de entre los mencionados, tratando de llegar en cada caso a una conclusión aplicable de la forma más general posible.

## 6.2. DISCONTINUIDADES.

### 6.2.1. Grado de fracturación (número y orientación de las familias).

El número de familias de discontinuidades domina el comportamiento mecánico del medio rocoso y es determinante en los problemas de estabilidad de taludes.

En el macizo estudiado se observan dos familias de diaclasas fundamentalmente. Estas coinciden a grandes rasgos con las directrices señaladas en el capítulo de Geología, en el apartado correspondiente a Tectónica. Allí se definen dos tendencias generales, según direcciones NNE-SSO y ONO-ESE, al igual que se han obtenido las familias 1 y 2 en el estudio estructural del macizo. La estratificación da dos sistemas cercanos pero claramente diferentes. En la zona Norte del talud los buzamientos de las capas no suelen superar los 60° y su dirección tiende a disponerse perpendicular al plano general del talud. Sin embargo, en la zona Sur la dirección de las capas tiende a tomar casi la misma dirección de la ladera y el buzamiento se hace superior a los 70°. Se detecta en la intersección de ambas zonas la posible existencia de una falla.

Sumado a la disposición compleja de los planos señalados, (familias 1 y 2, y estratificación), se han registrado direcciones de fracturas que no coinciden con ninguna de las descritas.

6.2.2. Espaciado.

El espaciado de las discontinuidades controla el tamaño de los bloques individuales de roca intacta. Es un parámetro importante cuando se presentan más de dos familias de discontinuidades en el macizo, como en este caso. La inversa del espaciado es la frecuencia.

En la zona de coronación las medidas realizadas dan como resultado:

<u>Discontinuidad</u>	<u>Espaciado medio (e)</u>	<u>Frecuencia(1/e)</u>
Estratificación	1,00 m.	1
Diaclasas I	0,40 m.	2,5
Diaclasas II	0,60 m.	1,66

La "Densidad de Diaclasado" es, para esta zona del macizo:

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{1}{e_i} = 4,16$$

Se puede definir también una "intensidad de diaclasado" que es la relación que existe entre la frecuencia de las fracturas y la frecuencia de la estratificación ( $\frac{F_f}{F_c}$ )

Para la zona de coronación se obtiene:

<u>Familia</u>	<u>Intensidad de Diaclasado</u>
Diaclasado I	2,5
Diaclasado II	1,66

### 6.2.3. Tamaño y forma de los bloques.

Se puede intentar evaluar este parámetro, mediante el Índice de Bloque ( $I_B$ ) que viene a representar la dimensión media de los bloques típicos de roca en el macizo. Se calcula como:

$$I_B = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

Siendo:  $e_i$  = espaciado modal entre las discontinuidades de la familia  $\bar{I}$ .  
 $n$  = número de familias.

Para la zona superior del macizo  $I_B = 0,66$  m.

La forma predominante de los bloques es la romboédrica si bien los de mayor tamaño pueden representar una dimensión muy alargada que les confiere una forma casi prismática.

### 6.2.4. Estado de las paredes de las juntas. Rellenos.

Cuando como en este caso no existen rellenos o bien estos son muy escasos, la resistencia de la pared de la discontinuidad determina en gran manera la resistencia al esfuerzo cortante y la deformabilidad del macizo. La pared de las discontinuidades se presenta moderadamente meteorizada, decolorada con aspecto de penetrar hacia el interior la meteorización. El material es más débil en la pared que en la roca sana. En los bancos menos potentes las juntas están en su mayoría cerradas o bien presentan espesores milimétricos de rellenos arcillosos o de cristalización de carbonatos. Los planos de estratificación pueden presentar interestratos milimétricos de arcillas probablemente de descalcificación. En general se ha observado que en la zona superior del talud la presencia de rellenos en las juntas es mayor, como es lógico esperar al ser la zona superior, la más cercana a la superficie topográfica primitiva donde el ataque por disolución de las aguas de percolación es mayor.

#### 6.2.5. Rugosidad.

La rugosidad de una discontinuidad es una componente importante de la resistencia al esfuerzo cortante, especialmente en el caso de juntas sin relleno.

El perfil de las juntas varía según zonas, allí donde tenemos roca fresca generalmente la roca está decolorada con lo que se supone cierta alteración aunque no se presupone mucha más debilidad que en la roca sana. De "visu" la rugosidad de las juntas es bastante baja, de pequeña escala y con direcciones preferenciales.

#### 6.2.6. Persistencia.

Es una medida de la continuidad a lo largo del macizo de un plano de debilidad. En el macizo las familias de discontinuidades dominantes son la I y la estratificación. Siendo la II secundaria y mucho menos persistente. La estratificación es así mismo muy constante por lo que la estabilidad del macizo vendrá controlada fundamentalmente por la interrelación entre esta, la superficie topográfica y las Diaclasas I.

#### 6.2.7. Apertura.

La gran mayoría de las discontinuidades de la zona superior aparecen abiertas entre 0,5 - 5 cm. siendo el valor más frecuente entre 1 - 2 cm. Las discontinuidades que individualizan bloques en la zona alta del macizo son las que presentan una mayor apertura a la vez que un mayor aspecto de lavado y desplazamiento por esfuerzo cortante y movimientos debidos a tracción.

#### 6.2.8. Condiciones Hidráulicas.

Durante la inspección no se observaron humedades ni filtraciones a través de las juntas apareciendo estas secas tanto en la zona alta como en la parte inferior del macizo. El grado de diaclasado y la propia naturaleza de la roca confieren al macizo una alta permeabilidad por fisuración por lo que es de esperar que constituya una importante área de recarga local. La influencia sobre la estabilidad del agua infiltrada, así como de las "cuñas de hielo" que pueden llegar a producirse cuando esta se congela, será muy alta en todo el macizo.

## 7.- ANALISIS DE LAS INESTABILIDADES.

Con el fin de conocer e identificar las posibles caídas de bloques en el talud, se han representado en proyección estereográfica las orientaciones de las principales familias de discontinuidades que afectan al macizo. Estas han sido obtenidas "in situ" en varios puntos de observación. Para facilitar la comprensión del diagrama sólo se han representado los polos de cada una de las familias, en función de la máxima concentración de polos.

En la figura 7.1. adjunta aparecen representados los planos cuyos polos dan máximos de densidad. Estos se han denominado F1, F2, E1 y E2, siendo estos dos últimos polos correspondientes a los dos planos de estratificación observados. Entre ambos extremos existe toda una transición de E1 a E2 conforme se va del extremo Norte al extremo Sur de la ladera. Con F1 y F2 se han señalado los dos polos que corresponden a las dos principales familias de diaclasas que aparecen. También se han señalado las ciclográficas correspondientes. Se ha incluido la dirección general del talud aclarando aquí, que este, tiene una suave forma en anfiteatro, de manera que en ambos extremos, las orientaciones del mismo varían ligeramente; en concreto, para la zona Norte del talud la familia F1 de diaclasas casi llega a hacerse paralela al mismo.

Se sospecha sobre la estabilidad de las cuñas determinadas por los planos F1 y F2, ya que cumplen la condición geométrica y cinemática de que su línea de intersección sea exterior a la proyección del círculo máximo que define la dirección e inclinación del talud libre. La consideración de las superficies de estratificación en este juego daría lugar a la caída de bloques.

Como se puede observar en el diagrama, las cuñas antedichas cumplen la condición mencionada, marcando una dirección preferente NNE.

Para que el movimiento de estas cuñas potencialmente inestables se produzca realmente, es necesario que las fuerzas a favor del desplazamiento superen a las resistencias que se oponen al mismo. Este movimiento será posible cuando la inclinación de la arista definida por los planos señalados (012/90° y 125/47°) sea mayor que el ángulo de rozamiento efectivo en las discontinuidades.

Una idea de la estabilidad de estos bloques, puede obtenerse mediante el cálculo de su factor de seguridad:

$$F_s = \frac{\text{Fuerzas resistentes}}{\text{Fuerzas desestabilizadoras}}$$

El cálculo del factor de seguridad ( $F_s$ ) de las cuñas se realizó considerando terreno seco y cohesión nula, mediante la expresión:

$$F_s = A \cdot \text{tg } \varphi'A + B \cdot \text{tg } \varphi'B \quad (1)$$

Donde  $\varphi'A$  y  $\varphi'B$ , corresponden al ángulo de rozamiento interno efectivo en las superficies de deslizamiento A y B; y  $F_s$  es independiente de la altura del talud y de la dirección del plano del talud.

Los coeficientes adimensionales A y B se obtienen de los ábacos de HOEK y BRAY (1.977) en función de los buzamientos y direcciones de buzamientos de los planos de discontinuidad.

Aquí, el no considerar la cohesión en las discontinuidades queda del lado de la seguridad, sin embargo la existencia de presiones intersticiales puede disminuir considerablemente el factor de seguridad calculado.

A los ábacos de HOEK y BRAY se entra con los valores de A y de B, en función del buzamiento de uno de los planos y de la diferenciación entre las direcciones de los buzamientos y de los planos.

<u>PLANO</u>	<u>DIRECCION DEL PLANO RUMBO</u>	<u>DIRECCION DEL BUZAMIENTO</u>	<u>BUZAMIENTO</u>
F1	012 °	102 °	90 °
F2	125 °	215 °	47 °
	DIFERENCIA	113	43 °
	DE LOS ABACOS ---- VALOR A	1,05	
	---- VALOR B	0,30	

El ángulo de rozamiento a través de las discontinuidades se intentó medir con muestras obtenidas en la zona. Se realizaron ensayos de tiro en condiciones húmedas y secas. Se obtuvieron en ambos casos resultados análogos.

De un conteo estadístico de los ensayos de tiro se obtuvieron resultados entre 35° y 55°, abarcando este intervalo el 90 % de los datos, señalando que no se obtuvieron ángulos menores a 30° y si se obtuvieron ángulos bastante superiores a 50° (entre 70 y 75°).

Estos datos coinciden con lo señalado por JIMENEZ SALAS, et al. 1.975 que da un intervalo en torno a los 50° como resistencia de pico, quedando esta en torno a los 10-12° menos, para la residual. (En "resistencia al corte a lo largo de diversas superficies de discontinuidad en rocas". Geotécnia y Cimientos I, 1.975; pag. 376 y 377).

Aplicando la fórmula (1), se obtiene:

$\varphi'A$  ( $47^\circ$ ) entre  $35^\circ$  y  $55^\circ$

$\varphi'B$  ( $90^\circ$ ) entre  $23^\circ$  y  $43^\circ$

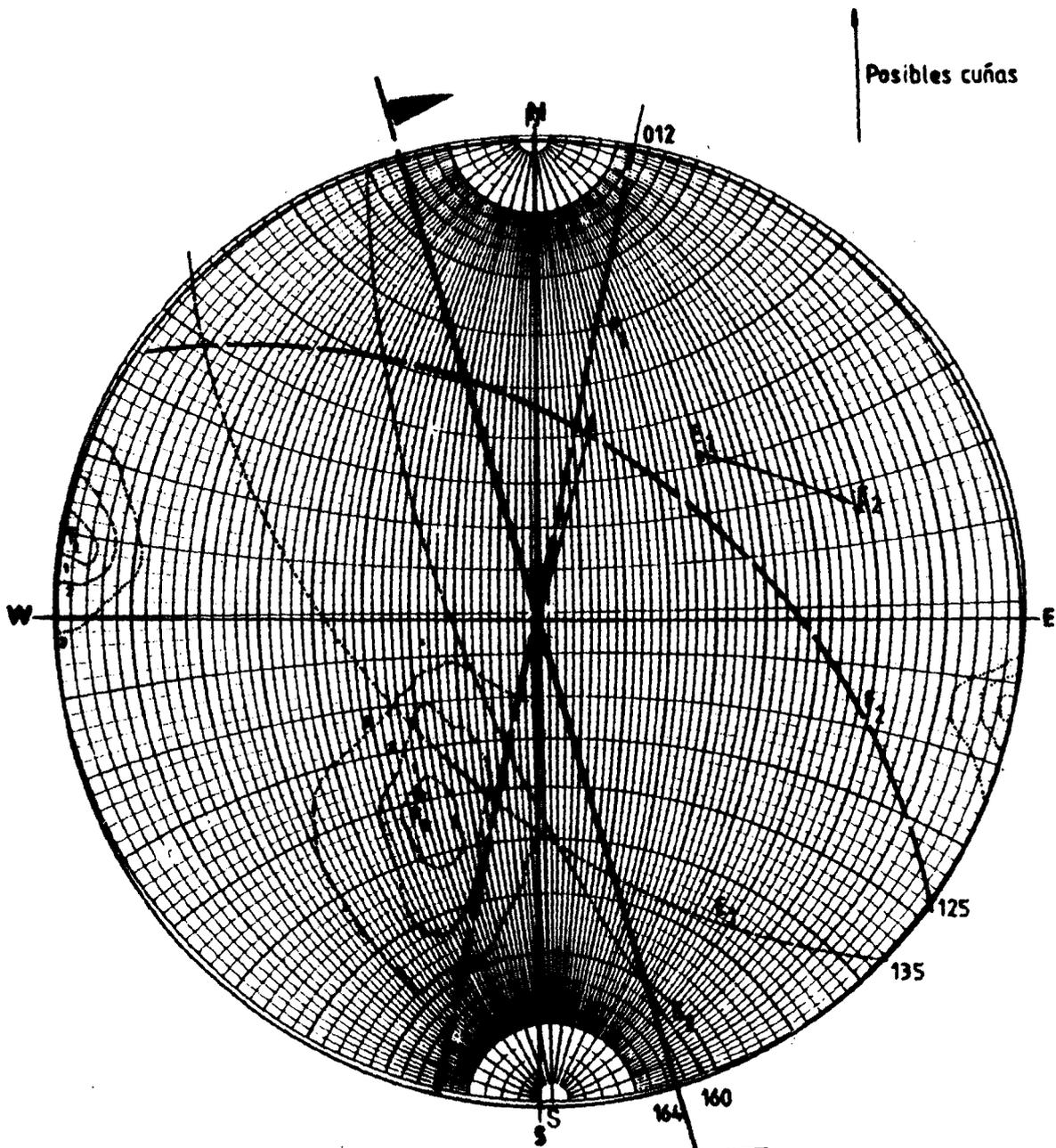
$$FS = 1,05 \begin{cases} \text{tg } 55^\circ \\ \text{tg } 35^\circ \end{cases} + 0,3 \begin{cases} \text{tg } 43^\circ = 1,78 \\ \text{tg } 23^\circ = 0,85 \end{cases}$$

El valor de FS nos da un intervalo entre 1,78 y 0,85 que para el caso de un talud seco es bajo (se considera inestabilidad cuando  $Fs < 1.0$ ), puesto que en condiciones de humedad el ángulo puede llegar a disminuir en torno a un 0,20 el FS.

Estos datos, aunque no definitivos, dan como resultado algo que de hecho ya ha sido observado. En condiciones normales el talud es estable y no se producen desprendimientos. Sin embargo, cuando estas condiciones empeoran, sumándose aquí los factores analizados en el capítulo anterior, el FS disminuye considerablemente hasta alcanzar ordenes de magnitud como el obtenido (en torno a  $0,85 < 1$ ) produciéndose en estas situaciones el desprendimiento de cuñas o bloques inestables.

Es preciso señalar que la mayoría de los desprendimientos se han producido durante una época húmeda, confirmando lo ya señalado con anterioridad.

Por todo lo anterior, se puede afirmar que el talud presenta situaciones de estabilidad estricta y que estas degeneran dando lugar a desprendimientos si actúan una serie de factores.



FALSILLA DE WULFF

DIRECCION DEL TALUD 164°

ESTRATIFICACION 135/52° S (TALUD NORTE)  
160/70° W (TALUD SUR)

PRINCIPALES FAMILIAS DE  
DIACLASAS IDENTIFICADAS F<sub>1</sub> 012/90°  
F<sub>2</sub> 125/67°W

FIGURA 7.1. Representación estereográfica de las principales familias de fracturas.

NOTA Para las dos familias de fracturas se han señalado isoclinas que engloban ordenes crecientes desde (1 a 3) de concentración de pops.

8.- EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO.

La tabla que se incluye a continuación se ha utilizado para evaluar el nivel de riesgo en las distintas zonas.

CONDICIONES DE LA ZONA				
Equilibrio actual	Estable (0)		Estricto (1)	Crítico (2)
Evolución	Nula (0)		Progresiva (1)	
Topografía	Suave 10 (0)		Media 10-30 (1)	Fuerte 30 (2)
Volumen (m <sup>3</sup> )	10 (0)	10-100 (1)	100-1000 (2)	1000 (3)
Daños posibles	Humanos NO SI		Materiales Ligeros Medios Catastróficos	
	(0)	(3)	(1)	(2) (3)

- 0-4 : Riesgo débil (R0)
- 4-8 : Riesgo mediano (R1)
- 8-12: Riesgo elevado (R2)
- 12-16: Riesgo muy elevado (R3)

-(Sacado de: "Manual de taludes"  
I.G.M.E.)- (1.985-86).

TALUD LATERAL IZQUIERDO.	(-)	(+)
Equilibrio actual ... Estable a estricto .....	.	0,5
Evolución ..... Progresiva .....	0	- 1
Topografía ..... Fuerte .....	1	- 2
Volumen ..... >de 100 m <sup>3</sup> .....	0	- 1
Daños posibles ..... Humanos: SI .....	2	- 3
..... Materiales: ligeros .....	0	- 1
TOTAL :::::	3	- 8,5

El nivel de riesgo para esta zona es de (R0 - R1) DEBIL a MEDIANO.

Nivel medio  $11,5/2 = 5,75$  MEDIANO.

TALUD CENTRAL	(-)	(+)
Equilibrio actual ... Estricto a Crítico .....	1	- 2
Evolución ..... Progresiva .....	1	- 1
Topografía ..... Fuerte .....	2	- 2
Volumen (m <sup>3</sup> ) ..... < 1.000 m <sup>3</sup> .....	1	- 2
Daños posibles .....	Humanos .....	2 - 3
	..... Materiales .....	<u>1</u> - <u>2</u>
TOTAL :::::::		8 - 12

El nivel de riesgo para esta zona es (R2 - R3) de ELEVADO a MUY ELEVADO.

Nivel medio  $8 + 12/2 = 10$  ELEVADO.

TALUD DERECHO	(-)	(+)
Equilibrio actual ... Estricto .....	0,5	- 1
Evolución ..... Progresiva .....	0,5	- 1
Topografía ..... Fuerte .....	1	- 2
Volumen ..... < 100 m <sup>3</sup> .....	0,5	- 1
Daños posibles .....	Humanos: SI .....	2 - 3
	..... Materiales: Medios ....	<u>1</u> - <u>1,5</u>
TOTAL :::::::		5,5 10,5

El nivel de riesgo para esta zona es (R1 - R2) de MEDIO a ELEVADO.

Nivel medio  $5,5 + 10,5/2 = 8$  MEDIANO-ELEVADO

TALUD CENTRAL SUPERIOR		(-)	(+)
Equilibrio actual ....	Estricto-crítico .....	1	- 2
Evolución .....	Progresiva .....	0,5	- 1
Topografía .....	Fuerte .....	2	- 2
Volumen .....	< 100 m <sup>3</sup> .....	0,5	- 1
Daños posibles .....	Humanos .....	3	- 3
	..... Materiales .....	<u>1</u>	<u>- 2</u>
TOTAL ::::		8	- 11

El nivel de riesgo para esta zona es (R2 - R3) de ELEVADO a MUY ELEVADO.

Nivel medio       $8 + 11/2 = 9,5$     ELEVADO

	ENTRE	NIVEL MEDIO	RIESGO
-TALUD LATERAL IZQUIERDO	3 - 8,5	5,75	Medio
-TALUD CENTRAL	8 - 12	10	Elevado
-TALUD DERECHO	5,5 - 10,5	8	Medio- Elevado
-TALUD CENTRAL SUPERIOR	8 - 11	9,5	Elevado

La aplicación del método de evaluación del nivel de riesgo se realiza en base a criterio de observación por lo que se mejora el resultado aplicando intervalos (ENTRE), obteniendo una media en cada uno de ellos. Se consigue moderar los resultados.

Sin embargo, en base a la clasificación aplicada y para el talud central, tanto superior como inferior, se han obtenido niveles altos de riesgo.

Es preciso aclarar que el resultado se ha visto supeditado de modo muy importante a la posibilidad de DAÑOS HUMANOS, teniendo en cuenta que en el recinto deportivo de pelota, amenazado, existen unas gradas situadas en la parte interior del muro sobre el que se produjeron impactos.

## 9.- CONCLUSIONES.

Tras los estudios y análisis llevados a cabo, queda constancia de:

- El talud se encuentra actualmente en equilibrio estricto, pero pueden tener lugar caídas de bloques debido a la presencia de discontinuidades y a la influencia del agua.
- Existe un nivel de riesgo de moderado a alto puesto que es un lugar ocupado por personas en determinados momentos.

En el reconocimiento del talud se ha podido observar, en toda la zona de la cornisa, (localizada entre el Talud Central y el Talud Central Superior) una situación de inestabilidad, muy marcada (con bloques sueltos, etc.). Se han podido apreciar bloques caídos, apoyados entre sí, y fracturas abiertas posiblemente relacionadas con el propio origen del talud, que fué excavado mediante voladuras. Esta situación de inestabilidad supone el punto de riesgo más alto encontrado en el estudio llevado a cabo.

Por todo lo anterior, se recomienda llevar a cabo una serie de actuaciones encaminadas a evitar en lo posible los daños que la caída de bloques pudiera ocasionar.

## 10.- RECOMENDACIONES - MEDIDAS PROPUESTAS.

Según se ha reconocido en el capítulo de conclusiones, es preciso realizar obras de corrección en el talud, y de contención de posibles desprendimientos.

Fundamentalmente se consideran dos actuaciones:

- Saneamiento del talud.
- Construcción de medidas protectoras.

Las obras a realizar pasan por el saneamiento de todo el talud y fundamentalmente de la zona de coronación, denominada TALUD CENTRAL SUPERIOR. Este saneamiento se puede realizar desde la propia cima del cerro, por parte de obreros especializados y asegurados a la misma ladera. Se utilizarán gatos hidráulicos, palancas y martillos percutores (eléctricos - por aire) para disgregar y tirar los bloques sueltos. Para el saneamiento del resto de la ladera se podrá utilizar un camión grúa desde el que, mediante una cesta suspendida y dos operarios en su interior, se pueda revisar la fijación a la ladera de los bloques y en su caso, si esta no fuese apreciablemente buena, tirarlos.

Antes de las labores de saneamiento se recomienda la excavación de una berma en la base del talud con la finalidad de que sirva para recoger los bloques saneados. En las actuales condiciones el pie del talud, construido por la acumulación de derrubios caídos desde el abandono de la cantera, actúa de trampolín de impacto, proyectando bloques hacia el muro de la instalación deportiva. La excavación se puede realizar accediendo con máquinas pesadas desde el vértice derecho del recinto deportivo. La ripabilidad del material parece, en principio, muy buena.

Una vez excavada la berma, se recomienda que parte del producto de excavación se vierta sobre el muro posterior del recinto, formando un caballón de tierra que lo proteja de posibles rebotes durante las labores de saneo. Este puede ser entre 1,5 y 2,0 m.

Tras las labores de saneo y acondicionamiento del talud, y como medida definitiva de contención, se proponen dos opciones para la prevención de las inestabilidades que, en ambos casos, evitarán la entrada de bloques al recinto: la opción A consiste en la colocación de una malla protectora en el talud, mientras que la opción B contempla la construcción de una berma y un muro de gaviones para recoger y contener los bloques caídos.

OPCION "A": "MALLA DE CONTENCIÓN".

En la Panorámica n.º 1 se han señalado las distintas zonas del talud con problemas. De estas, se propone cubrir con malla protectora de contención las de mayor riesgo de desprendimiento.

La aplicación de esta medida se debe realizar posteriormente a las de carácter general ya mencionadas.

Sobre el Anexo IV se ha señalado en planta la situación de los límites propuestos. Sobre el Anexo VI (OPCION "A" "MALLA DE CONTENCIÓN") se ha esquematizado su forma de colocación y elementos que la componen.

- TECNICA DE COLOCACION. (A. BIANCHINI, S.A.).

La malla será de alambre galvanizado reforzado según NORMA BSS, 443/82, con enrejado de triple torsión en mallas 8 x 10 ó 5 x 7 cm. de escuadría.

El proceso seguido en la instalación del enrejado en el recubrimiento de taludes, comprende las siguientes fases:

**Preparación del anclaje:** en la parte anterior al borde superior del talud, a una distancia comprendida entre dos y cuatro metros, mediante una alineación de piquetes de acero de 12 a 25 mm. de diámetro y longitud variable entre 0,80 y 1,25 m. según la altura y las características del talud.

Los piquetes se colocarán hincados en orificios practicados en la roca y se asegurarán posteriormente con lechada de hormigón. Cuando sus características ofrezcan poca resistencia los piquetes se colocarán en una correa de hormigón de 200 Kg/m<sup>3</sup> de dosificación, de 0,25 a 0,50 m. de ancho y de 0,75 a 1,25 m. de profundidad. La distancia entre piquetes de anclaje será de 1 m.

**Anclaje del enrejado** mediante el agarre de varias mallas a cada piquete, haciendo previamente unos dobleces en el mismo. Cuando sea conveniente conseguir una mayor repartición de esfuerzos una vez ancladas las mallas de enrejado, la parte sobrante anterior a la alineación de piquetes, se coserá en forma de solapa a una barra de acero fijada entre los mismos.

**Despliegue** de los rollos de enrejado hasta la parte inferior del talud y cosido entre sí de los bordes de cada rollo con alambre de las mismas características.

**Fijación del enrejado al talud** mediante el empleo de piquetes que se hincarán, en forma discrecional, siguiendo las irregularidades del terreno, sin restar elasticidad al enrejado con objeto de permitir su función de amortiguar los movimientos superficiales del terreno.

Fijación del enrejado al borde inferior del talud hincado piquetes entre las mallas a cada metro de distancia aproximadamente.

Como complemento a la técnica de colocación del enrejado TT descrita, se considera aconsejable, la realización de un cunetón de desagüe a pie del talud, aprovechando el anclaje, con objeto de evitar la incidencia de las aguas en el talud.

OPCION "B": "CALCULO-DISEÑO DE UNA BERMA DE CONTENCIÓN".

Para el cálculo del alcance máximo y medida de control utilizaremos las tablas y experiencias de RITCHIE (1.963). Este diseñó un "para-piedras" de zanja a partir de sus experiencias en varios taludes, generalmente en rocas basálticas duras, usando un remolque ajustado que simula la sección de la cuneta.

La aplicación en nuestro caso concreto se ve favorecida por:

- a) El acantilado rocoso presenta una pendiente alta que disminuye el ancho de berma.
- b) El cálculo esta hecho en rocas basálticas duras que por su alto peso específico y dureza alcanzan en los rebotes mayor distancia. La caliza, en este caso, presenta una cohesión alta y gran dureza, sin embargo, difícilmente se alcanzaran niveles de rocas como el basalto quedando así siempre del lado de la seguridad.
- c) Existe espacio al pie de talud, suficiente para su construcción.

- REALIZACION DE LA BERMA.

En los cortes topográficos (A-D, ANEXOS) se representa la pendiente original del talud (a trazos) en el pie del mismo y la modificación propuesta.

Para esta opción, será utilizada la berma ya construída en la primera fase para las labores de seneo; en todo caso habrá de ampliarse y limpiarse.

Es conveniente perfilar el talud excavado. Sobre el plano de situación adjunto (Escala 1/1.000) se encuentra el diseño en planta.

En el contratalud se ha diseñado un SISTEMA DE PROTECCION AL IMPACTO para evitar desperfectos, en caso de caídas de bloques, sobre el muro del recinto deportivo de pelota (Figura VI.-B). Este sistema esta compuesto de muros de gaviones. Las dimensiones de estos son 3 x 1 x 0,5 m., superpuestos en dos filas longitudinales paralelas al muro del recinto. Se ha proyectado, en el trasdós del muro de gaviones, acumular arena. Este depósito de arena de 0,5 m. en la parte baja y 0,25 en la parte alta dota de mayor flexibilidad al conjunto.

La razón del diseño de esta defensa mediante gaviones y manto de arena persigue ofrecer un obstáculo que amortigüe los impactos sin que estos lleguen a producir daños sobre el muro.

El conjunto de elementos que componen el sistema, asi como su situación, quedan reflejados en la figura VI adjunta.

El drenaje proyectado en la base es una obra complementaria importante para no permitir la acumulación de humedades, que pueda traspasar el muro y deteriorar todo el conjunto.

Para el cálculo tomaremos como altura máxima de proyección de los bloques, la zona de intersección entre el talud medio y la zona de coronación.

La pendiente del talud varía entre  $79^{\circ}$  -  $88^{\circ}$  en la zona del talud medio, a  $34^{\circ}$ - $62^{\circ}$  en la zona del pie del talud. El pie actúa negativamente proyectando en la horizontal bloques caídos con gran energía desde la zona de coronación. En un caso de talud compuesto como este se toma como pendiente la media, quedando así, del lado de la seguridad.

Se han considerado ángulos medios al pie de talud modificado tras la excavación de la berma. El ángulo general está entre  $70$  y  $79^{\circ}$ . Para los cálculos se considera el de menor pendiente:  $70^{\circ}$ .

Altura máxima (H) = 62 metros.

Pendiente media =  $70^{\circ}$

Las dimensiones de una berma serían (tomado de: ESCARIO, V. 1.981; - Anexos III-1 y III-2):

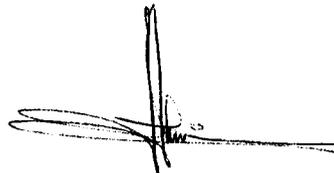
Ancho de berma: 7,6 metros.

Altura de contratalud (muro de gaviones): 1,8 m.

Fdo.: Francisco Ayala Carcedo.

- Jefe del Area de Inge  
niería Geoambiental.

I.T.G.E.



Fdo.: Alberto Gracia Bernal.

- Licenciado en Cien  
cias Geológicas.

GEONOC, S.A.

A N E X O S

I. PRESUPUESTO ESTIMATIVO DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS.

PRESUPUESTO ESTIMATIVO DE LAS MEDIDAS RECOMENDADAS.

-A. LABORES DE CORRECCION.

-A.1. Excavación de una berma al pie del talud  
(Como se señala en el cálculo teórico).

- CONCEPTO.-	CANTIDAD/n.º	TOTAL PESETAS
- M <sup>3</sup> . de excavación con retroexcavadora en terreno compacto. (497 pts/m <sup>3</sup> )	200 m <sup>3</sup>	99.400,-
- M <sup>3</sup> . transporte de tierras a vertedero situado a 3 km. máximo. (713 pts/m <sup>3</sup> )	200 m <sup>3</sup>	142.600,-
- M <sup>2</sup> . Refino manual de paredes y fondos excavados máquina. (210 pts/m <sup>2</sup> )	120 m <sup>2</sup>	25.200,-
-A.2. Saneo de toda la superficie del talud.		
- M <sup>2</sup> . de saneo en la zona de coronación de bloques inestables por peones especializados, mediante uso de martillo percutor, palanca y gatos. (750 pts/m <sup>2</sup> ).	500 m <sup>2</sup>	375.000,-
- M <sup>2</sup> . de saneo desde cesta en grúa móvil sobre camión, por peones especialistas. Mediante uso de martillo percutor, palanca y gatos. (450 pts/m <sup>2</sup> ).	8.000 m <sup>2</sup>	3.600.000,-
- M <sup>3</sup> . de carga y transporte de roca a vertedero situado a 3 km. máximo. (950 pts/m <sup>3</sup> ).	80 m <sup>3</sup>	76.000,-
	TOTAL A.1 + A.2.	4.318.000,-

-B. LABORES DE CONTENCIÓN.

-B.1. Presupuesto a la Opción "A".

- Ml. de correa de hormigón de 0,25 x 1 de sección:

- Hormigón de 200 Kg/m<sup>3</sup>: 0,250 m<sup>3</sup>
- Desbroce y excavación: 0,300 m<sup>3</sup>
- Mano de obra de peón: 0,6 h.
- Transp. y utilización de material
- Amortización y varios 5 %
- Valor a repartir por altura talud a recubrir.

- Ml. colocación piquetes de anclaje:

- Valor piquetes, según medidas.
- Preparado, transp. y colocación.
- Mano de obra de peón en perforación y colocación: 0,3 h.
- Empleo de maquinaria 0,1 h.
- Útiles y varios 5 %.
- Valor a repartir por altura talud a recubrir.

- M<sup>2</sup> de enrejado:

- Valor metro cuadrado enrejado según tipo de malla.
- Valor de 0,07 kg. de alambre para cosido por metro cuadrado.
- Transporte por metro cuadrado
- Extendido y colocado por hora de operario: 30 ≈ 40 m<sup>2</sup>
- Útiles y varios 5 %

- Ml. colocación piquetes de fijación del enrejado al talud y sujeción inferior:

- Valor piquetes, según medidas.
- Preparado, trans. y colocación.
- Mano de obra peón en perforación y colocación: 0,25 h.
- Empleo de maquinaria 0,1 h.
- Útiles y varios por altura talud a recubrir.

- M<sup>2</sup> de malla colocada Incl. correa de hormigón, colocación m<sup>2</sup> de enrejado y piquetes (2.500 pts/m<sup>2</sup>)

6.000 m<sup>2</sup> 15.000.000

TOTAL B.1. 15.000.000,-

- B.2. Presupuesto a la opción "B".

- COSTO DEL M<sup>3</sup> DE OBRA DE GAVIONES.

Valor de m<sup>3</sup> de gavión (malla)  
" de 0,4 Kg. de alambre para cosidos y atirantados  
" del transporte hasta el pie de obra  
" del m<sup>3</sup> de piedra para relleno, puesta a pie de obra  
" de 3 h/m<sup>3</sup> de mano de obra de operario sin auxilio de medios mecánicos.

CONCEPTO.-	CANTIDAD/n.º	TOTAL PESETAS
- Ml. de gavión construido "In situ" más obra de drenaje y relleno de arena en su trasdós (14.500 pts/ml.)	70	1.015.000
	TOTAL B.2.	1.015.000,-

Nota importante: Las recomendaciones incluyen como imprescindible la ejecución de las labores de saneo y excavación de la berma al pie del talud.

La ejecución de la opción A ó B, se hará a juicio del técnico especialista que dirija las obras, una vez que se vea el resultado de las labores de saneo.

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

- A. LABORES DE CORRECCION ..... 4.318.200
- B.1. OPCION A (malla de contención) .....15.000.000

PRESUPUESTO DE EJECUCION DE MATERIAL 19.318.200

- + 8 % Transp. y acopio ..... 1.545.456
- + ≈ 15 % B.I. .... 2.897.730
- + 12 % IVA ..... 2.318.184

TOTAL EJECUCION OBRA ::::::::::::::: 26.079.570

- A. LABORES DE CORRECCION ..... 4.318.200
- B.2. OPCION B -MURO DE CONTENCIÓN- ..... 1.015.000

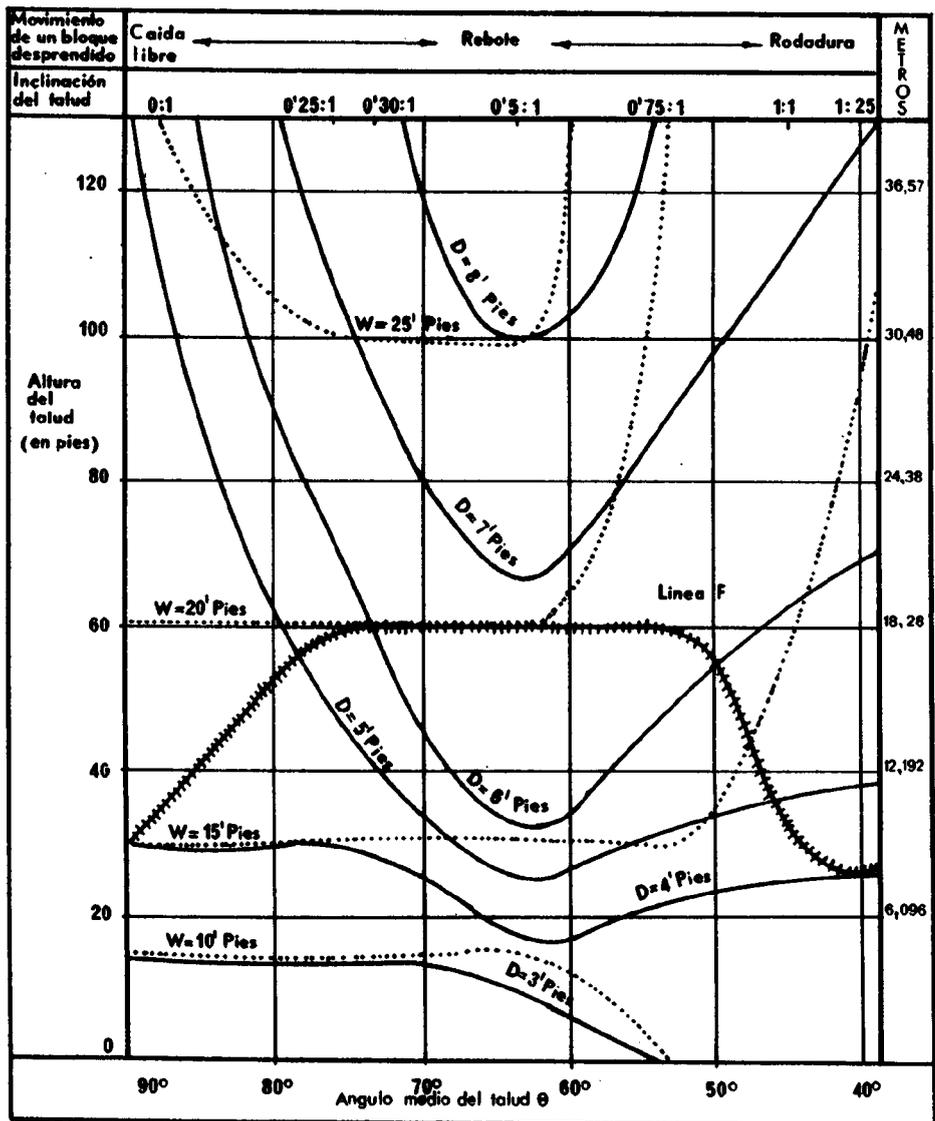
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL . 5.333.200

- + 8 % Transp. y acopio ..... 426.656
- + ≈ 15. B.I. .... 799.980
- + 12 % IVA ..... 639.984

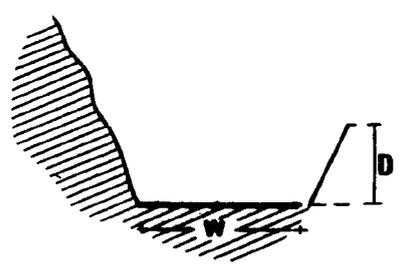
TOTAL EJECUCION OBRA ::::::::::::::: 7.199.824

II. PLANO DE SITUACION (Escala 1/5.000).

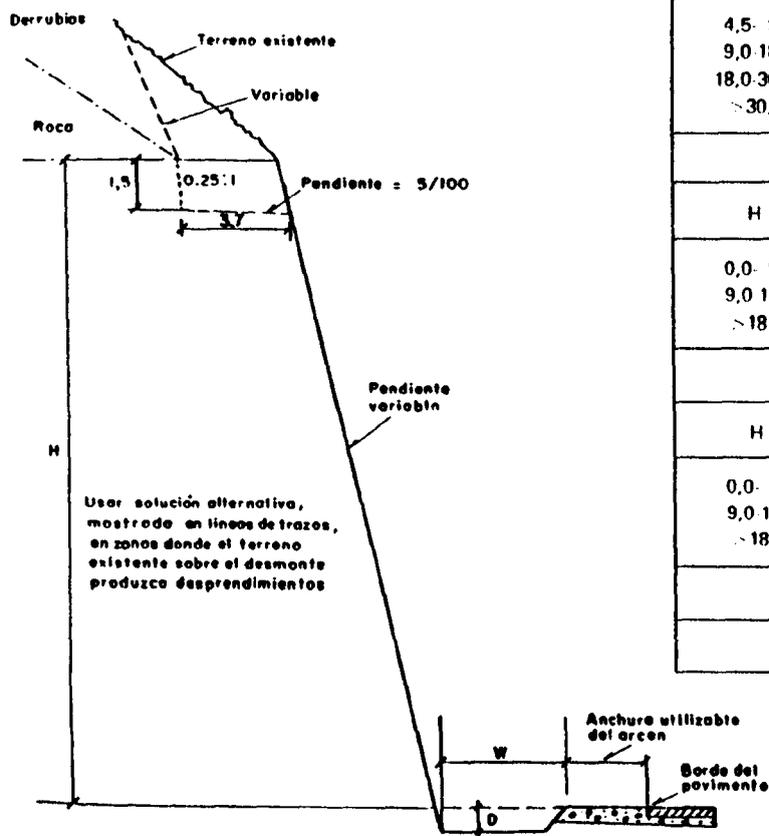
III. CUADROS DE CALCULO PARA EL PROYECTO DE BERMAS.



.III-1 Segun ARTHUR M. RITCHIE, 1963 (Modificado).  
 HIGHWAY RESEARCH RECORD N° 17



**TABLA**  
**Dimensionamiento de cunetones de piedras según Ritchie (1963)**



TALUD: CASI VERTICAL		
H	W	D
4,5- 9,0	3,0	0,9
9,0-18,0	4,5	1,2
>18,0	6,0	1,2
TALUD: 0,25:1 0,3:1		
H	W	D
4,5 9,0	3,0	0,9
9,0 18,0	4,5	1,2
18,0 30,0	6,0	1,8F
>30,0	7,6	1,8F
TALUD: 0,5:1		
H	W	D
4,5- 9,0	3,0	1,2
9,0 18,0	4,5	1,8
18,0 30,0	6,0	1,8F
>30,0	7,6	2,4F
TALUD: 0,75:1		
H	W	D
0,0- 9,0	3,0	0,9
9,0 18,0	4,5	1,2
>18,0	4,5	1,8F
TALUD: 1:1		
H	W	D
0,0- 9,0	3,0	0,9
9,0 18,0	3,0	1,5F
>18,0	4,5	1,8F
TALUD: 1,25:1		
PONER DEFENSA EN ARCEN		

**Notas:**

- 1) Cuando el terreno existente sobre el desmonte tiene una pendiente próxima a la de éste, la altura (H) debe incluir la pendiente existente o la porción que pueda lógicamente considerarse como parte del desmonte.
- 2) Generalmente deberá ponerse una defensa cuando  $D > 0,90$ . F permite disminuir D a 1,20 si también se utiliza de fensa.

Tomado de ESCARIO, V. 1.981.

IV. (Figura) PLANO DE SITUACION (Escala 1/1.000).  
MEDIDAS CORRECTORAS PROPUESTAS.

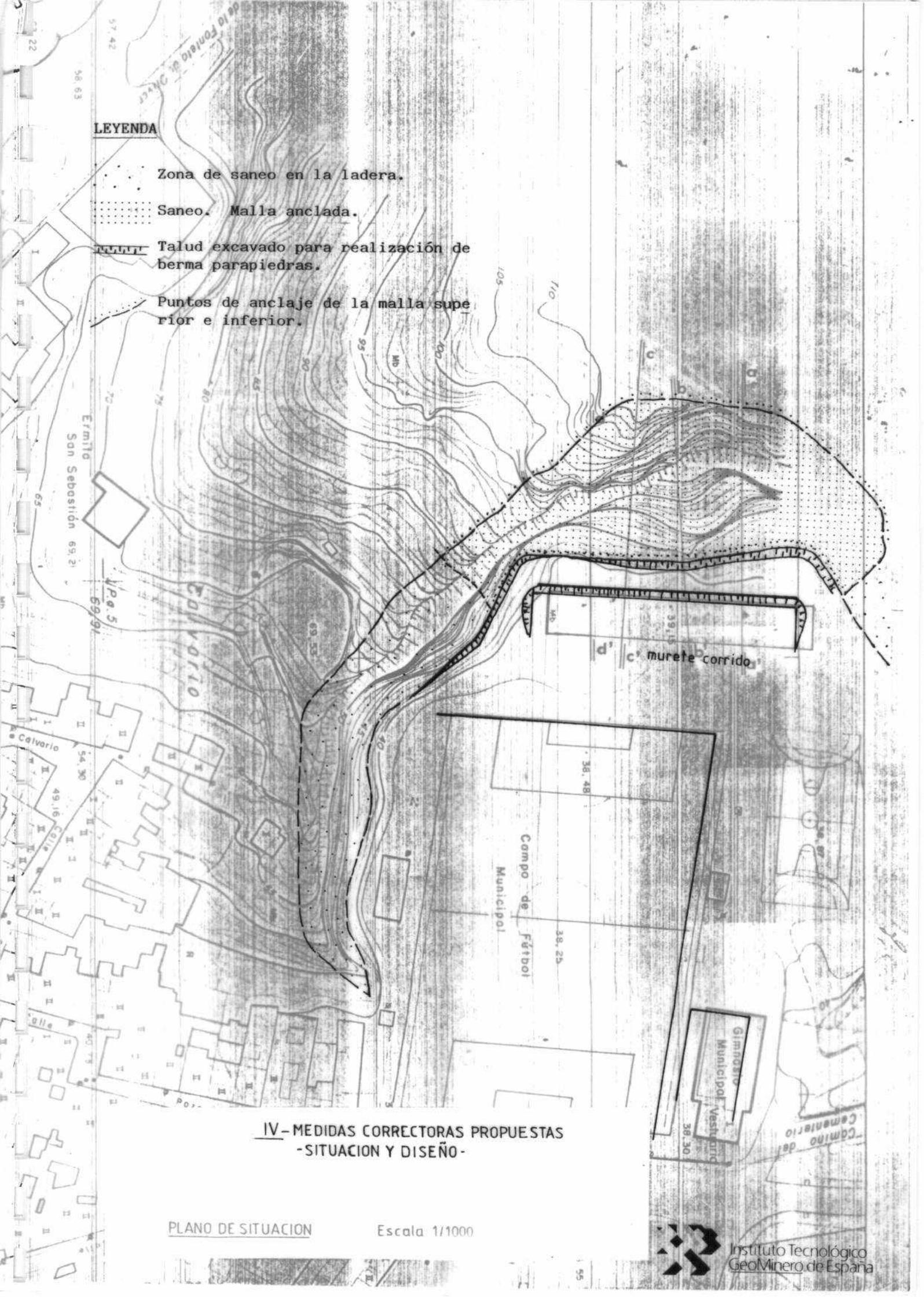
**LEYENDA**

..... Zona de saneo en la ladera.

..... Saneo. Malla anclada.

----- Talud excavado para realización de berma parapiedras.

..... Puntos de anclaje de la malla superior e inferior.



**IV-MEDIDAS CORRECTORAS PROPUESTAS  
-SITUACION Y DISEÑO-**

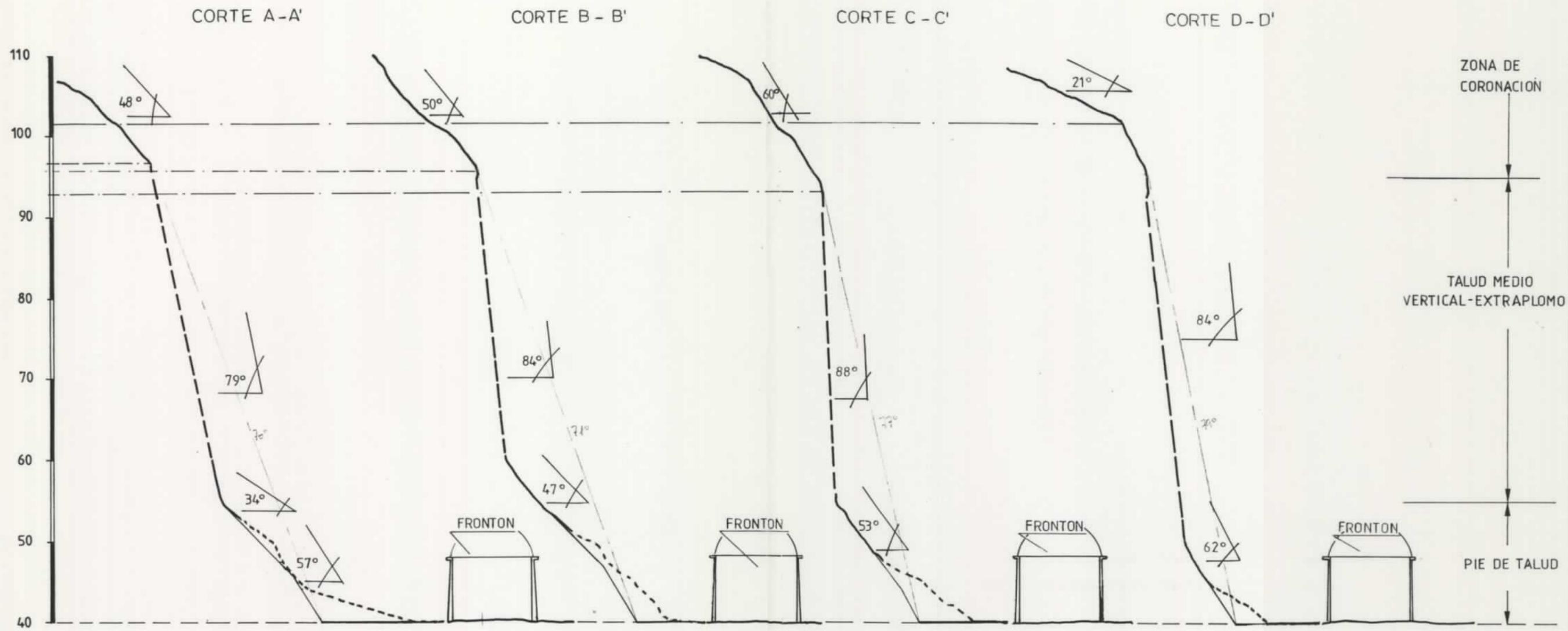
PLANO DE SITUACION

Escala 1/1000



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

V. CORTES TOPOGRAFICOS DEL TALUD INESTABLE.



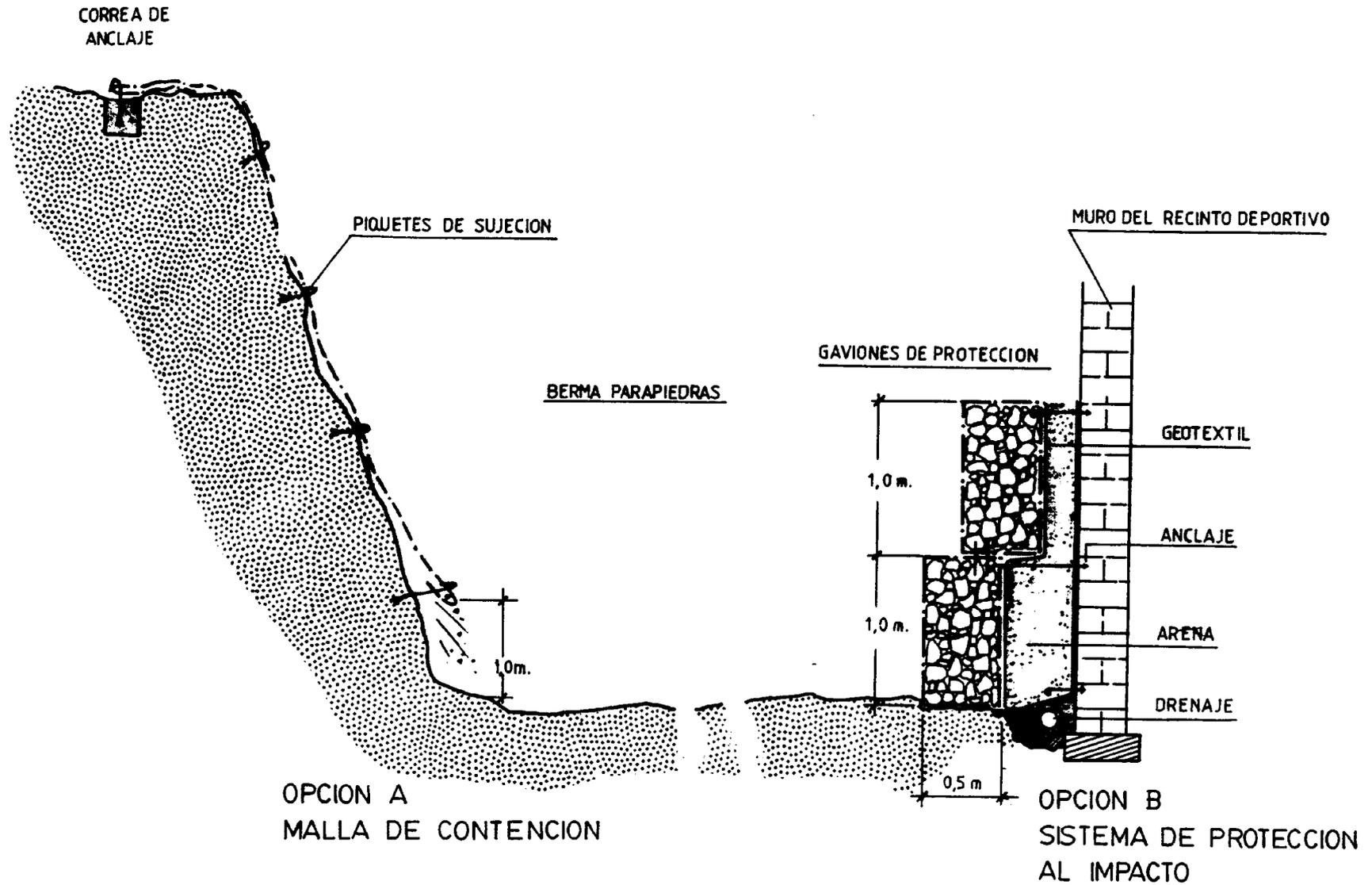
ESCALA 1/500  
Ev = Eh

- TRAMO DE LA TOPOGRAFIA NO REGISTRADO
- PENDIENTE ORIGINAL MODIFICADA PARA LA CONSTRUCCION DE LA BERMA PARA-PIEDRAS

### CORTES TOPOGRAFICOS DEL TALUD INESTABLE SOBRE LAS INSTALACIONES DEPORTIVAS MUNICIPALES DE VILLAVIEJA (CASTELLON)

VI. MEDIDAS CORRECTORAS.

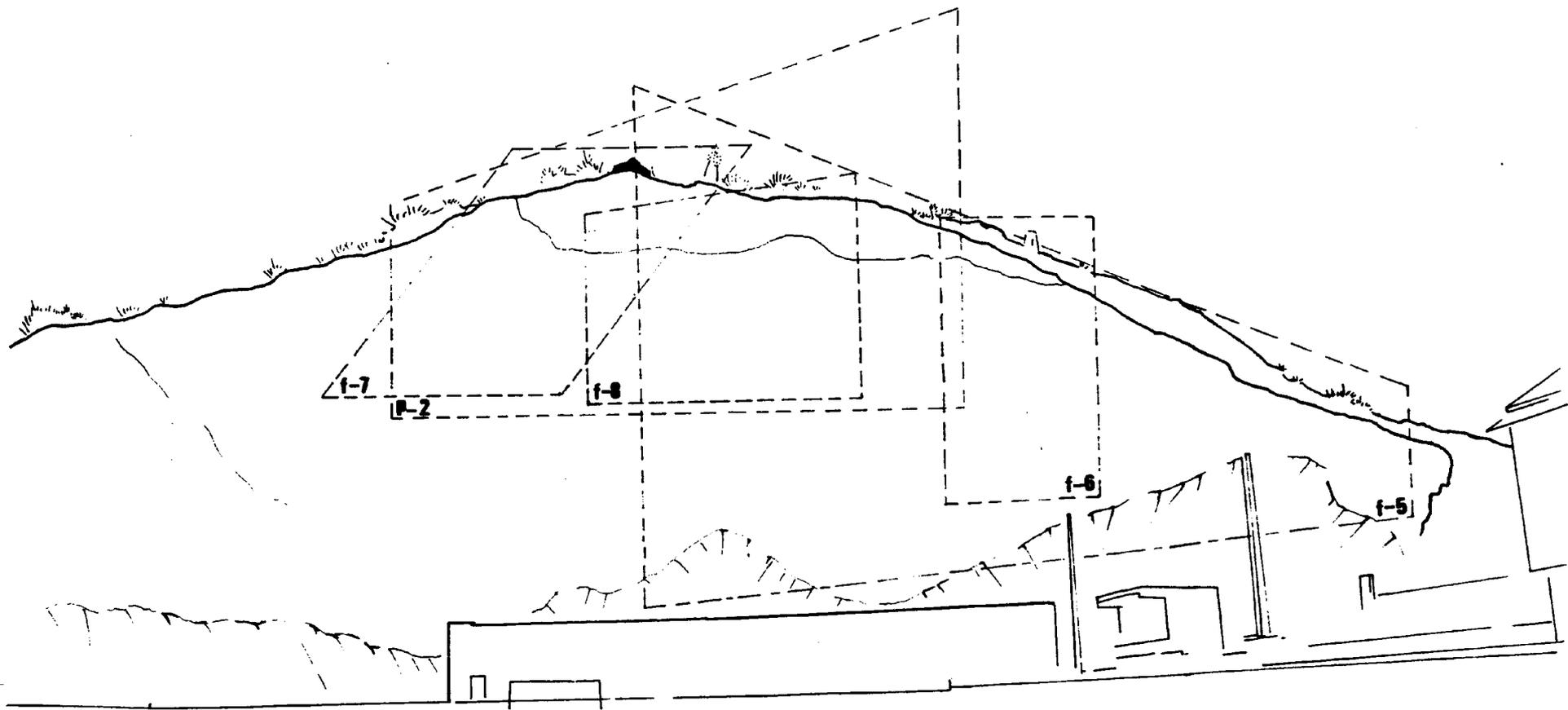
- Opción "A" (Malla de contención).
- Opción "B" (Sistema de protección al impacto).



VII. RECORRIDO FOTOGRAFICO.

VII-1. Localización dentro del talud.

VII-2. Fotografías.



PANORAMICA 1. p-1

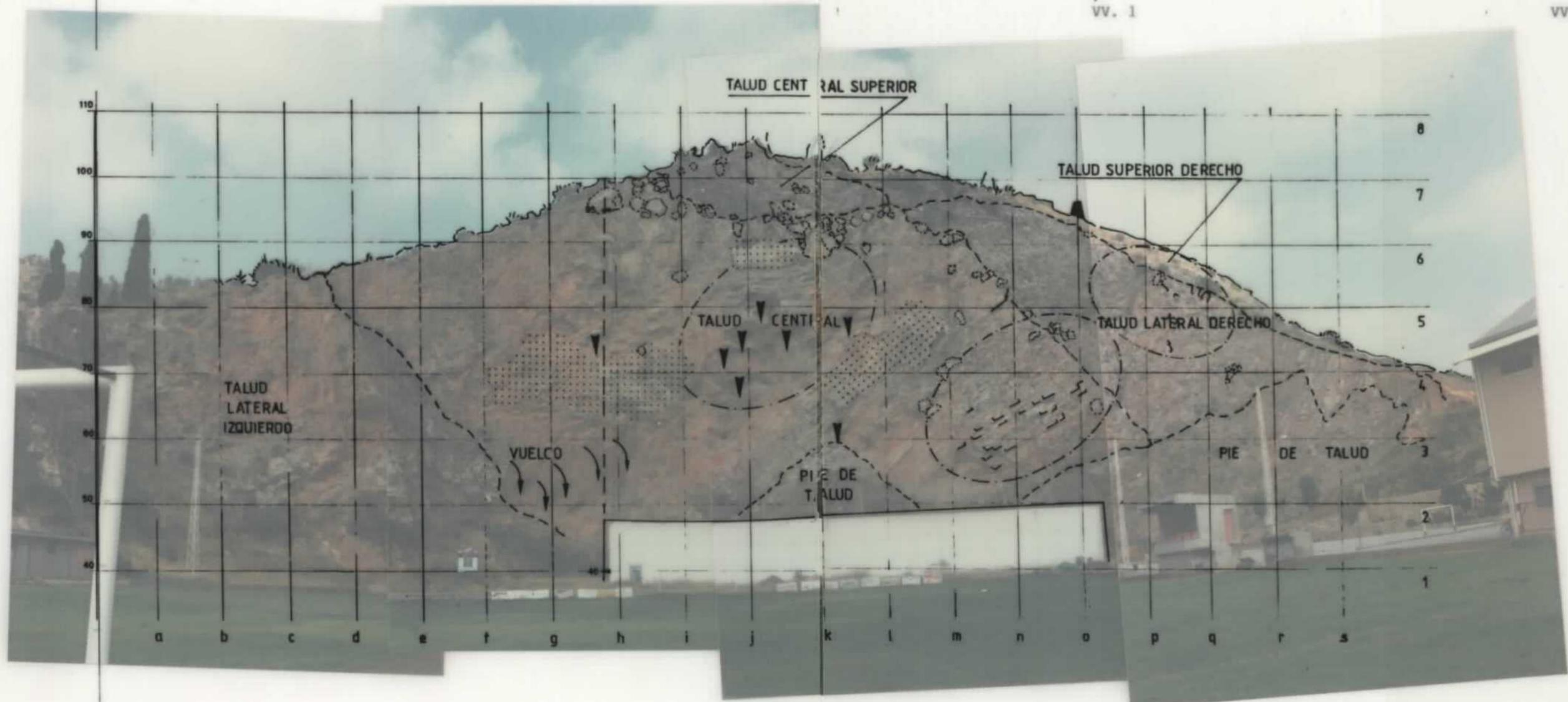
VII-1 LOCALIZACION DE LAS FOTOGRAFIAS DENTRO DEL TALUD.

VV.3

VV.2

VV.1

VV.0



### PANORAMICA 1

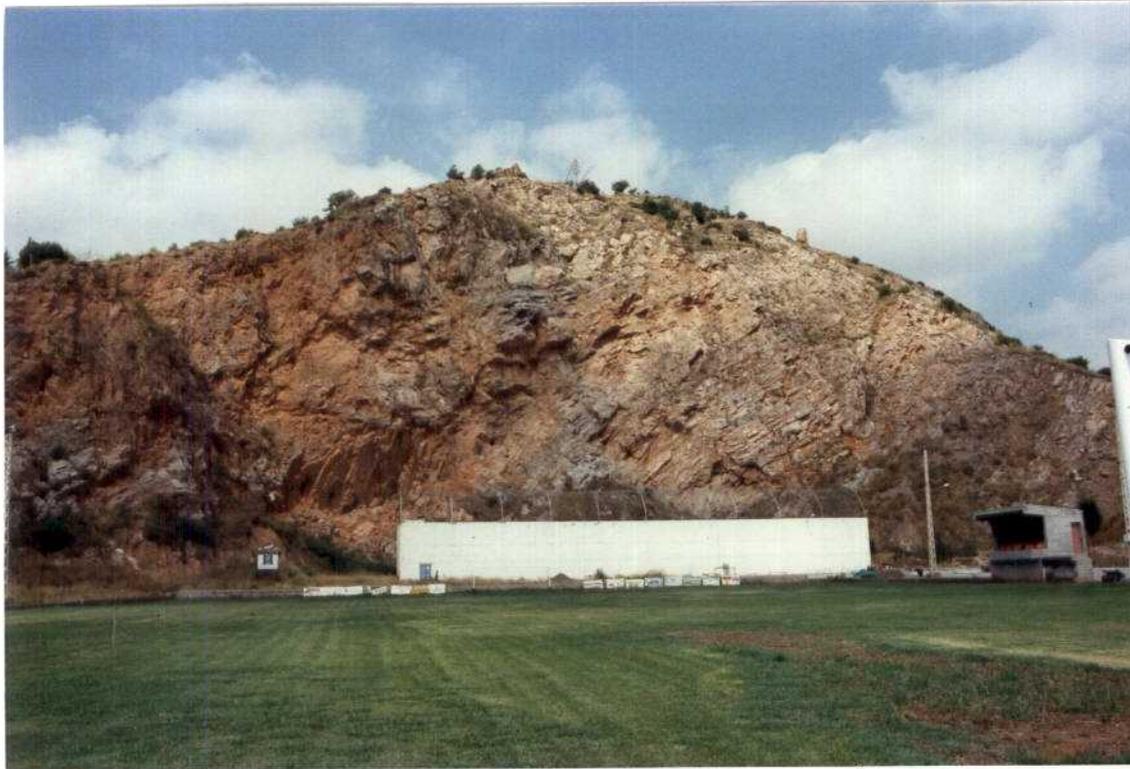
Vista general-frontal del talud-acantilado rocoso sobre el Pabellón de "pelota a mano" en las instalaciones deportivas.

Sobreimpuesto se han diferenciado distintas zonas que por sus características específicas presentan aspectos diferenciadores que así se estudian más racionalmente. Se han diferenciado también todas las situaciones inestables (bloques sueltos, cuñas,...) que se pueden apreciar a esta escala admitiendo que, sobre el trabajo, estas aumentarán.

### LEYENDA

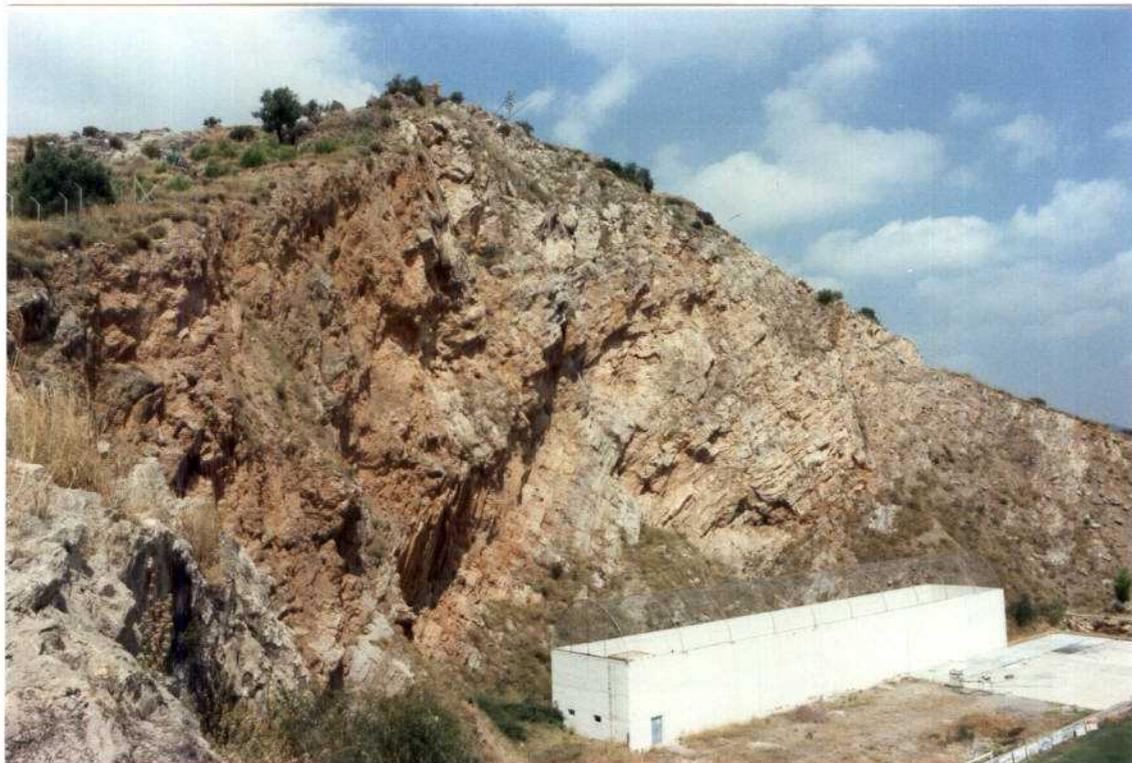
-  LIMITE DE LAS DISTINTAS ZONAS DIFERENCIADAS
-  LIMITE CON PREDOMINIO DE CUÑAS INESTABLES
-  BLOQUES SUELTOS
-  COSTRA CALCAREA
-  CUÑAS
-  VOLADIZOS IMPORTANTES
-  RIESGO POR VUELCO

Nota: La escala aplicada sirve únicamente para el talud central que es el más alejado del punto de observación.



FOTOGRAFIA 1:

Vista frontal del talud sobre las instalaciones deportivas. Se aprecian algunos bloques sueltos en la cornisa superior y extraplomos o voladizos en la zona central.



FOTOGRAFIA 2:

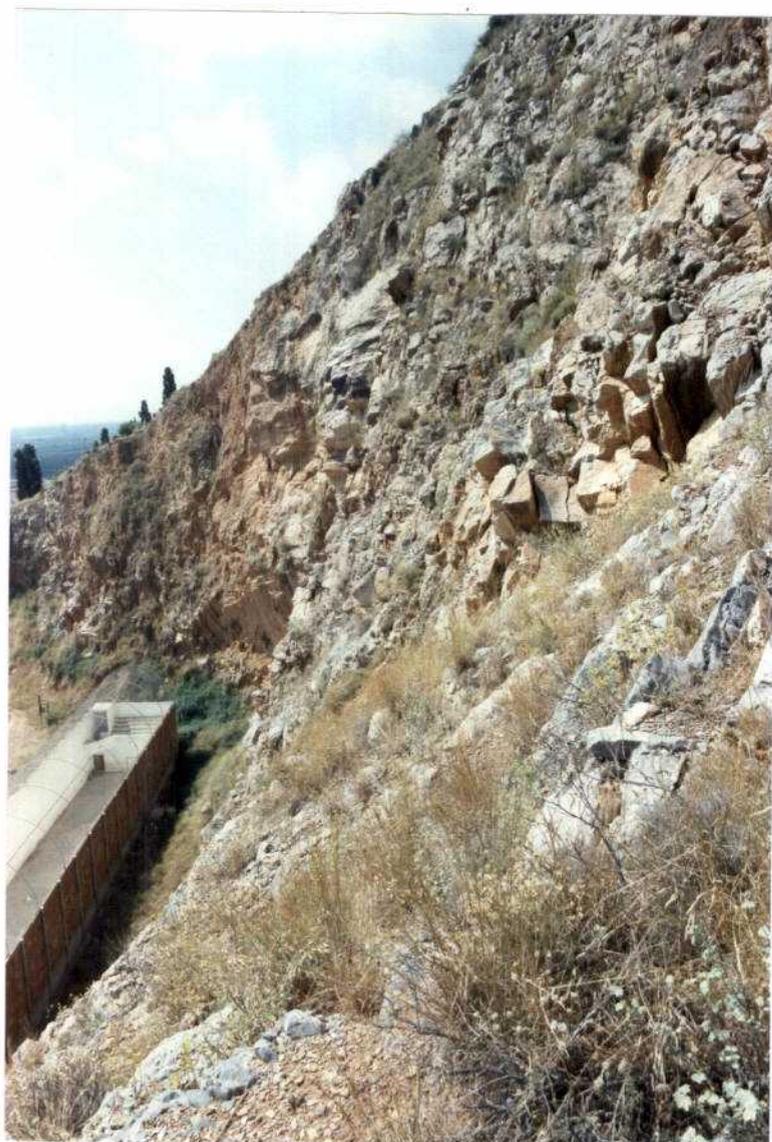
Vista oblicua general del talud. En el ángulo inferior derecho el recinto, en cuyo muro posterior, unos bloques desprendidos, llegaron a impactar rompiéndolo y penetraron al interior.





PANORAMICA 2

Vista general de todo el área de coronación de la parte central del talud. Se observa una situación caótica de bloques en disposición claramente inestable.



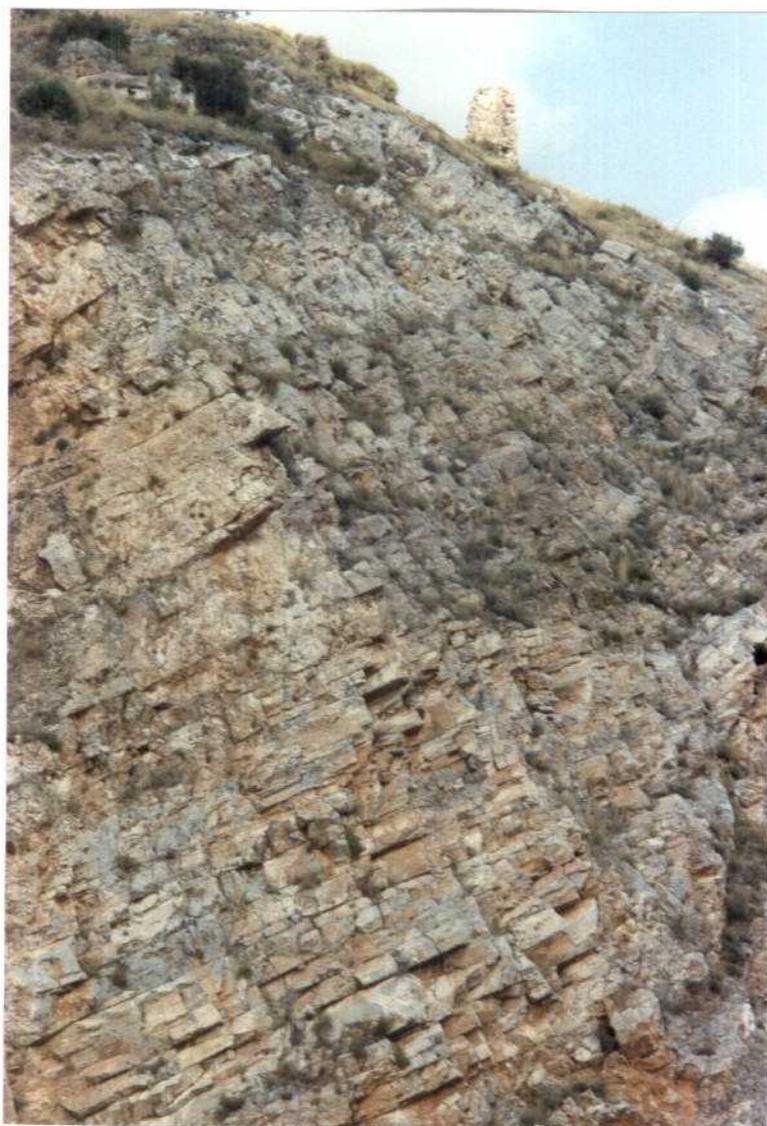
FOTOGRAFIAS 3 y 4:

Vista general y de detalle del talud y de la parte posterior del recinto de pelota.

En la primera fotografía se observa la intensa fracturación de la roca y la presencia de bloques sueltos, grietas abiertas, ... Junto al muro se pueden ver los bloques caídos.

En la segunda fotografía se ven, al fondo, los bloques y se puede hacer una idea de la distancia que existe al pie del talud.



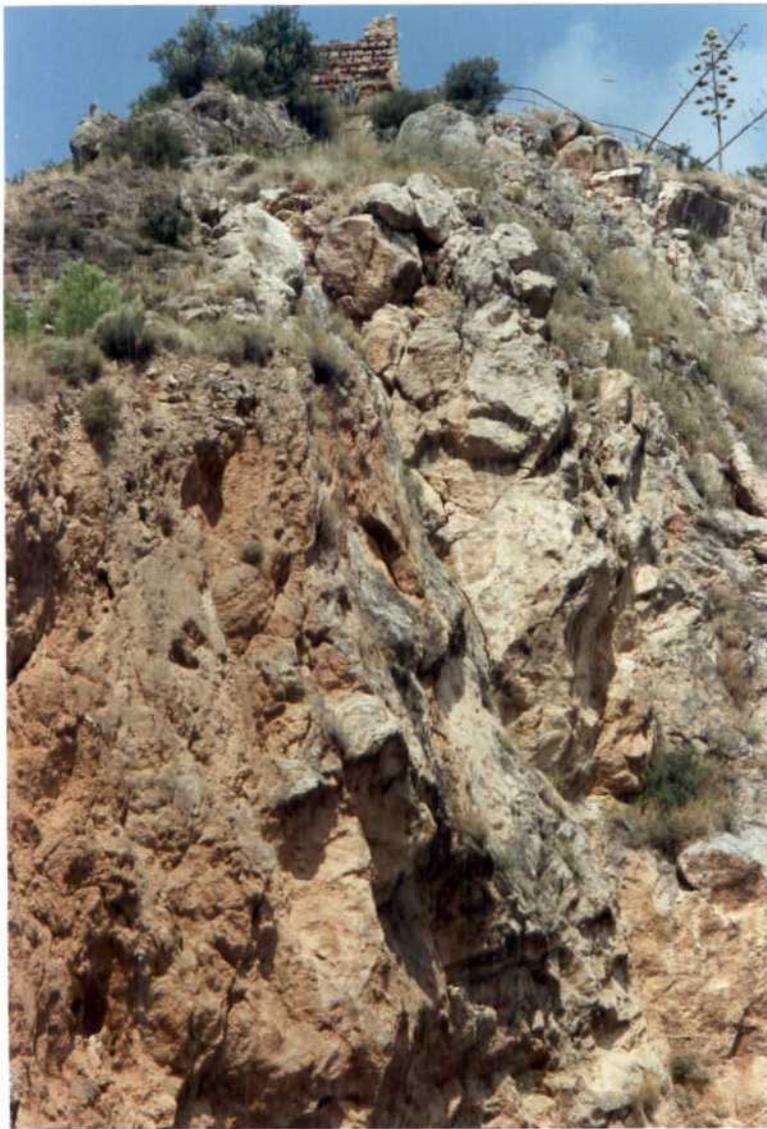


#### FOTOGRAFIAS 5 y 6

Vistas generales y parciales del flanco derecho del talud (ver figura de localización).

Se aprecian muy bien los bloques individualizados por la estratificación y las dos familias de diaclasas medidas. Se ven bloques volados fundamentalmente a favor de los planos de estratificación que en este flanco se marca claramente.

En muchos puntos existen bloques de tamaño variable, aparentemente sueltos, apoyados en cornisas o débilmente sujetos.



FOTOGRAFIAS 7 y 8

Dos imágenes parciales de la situación anterior, sobre la cornisa del talud central. Estos paquetes calcáreos aparecen masivos, muy fracturados y visiblemente alterados.

Los bloques se encuentran apilados en su posición original, en algunos casos, pero con las fracturas claramente abiertas. Muchos se encuentran ya desplazados en posición inestable sobre el talud de menor pendiente en el área de coronación.



# VILLAVIEJA MUNICIPAL BORRIANA

