

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

ESTUDIO DE RIESGOS GEOLOGICOS
POR DESPRENDIMIENTOS EN LA
PLAYA DE SAN MARCOS, ICOD DE
LOS VINOS (TENERIFE).



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

01241

ESTUDIO DE RIESGOS GEOLOGICOS
POR DESPRENDIMIENTOS EN LA
PLAYA DE SAN MARCOS, ICOD DE
LOS VINOS (TENERIFE).

Este estudio ha sido realizado por el siguiente equipo:

- D. Francisco Javier Ayala Carcedo.
 - * Ing. Minas.
 - * Jefe del Area de Geologia Ambiental y Geotécnica del I.T.G.E.
 - * Director del Estudio.

- Dña. Mercedes Ferrer Gijón.
 - * Lcda. en C.C. Geológicas.
I.T.G.E.

- Jesús Miguel Rico Romero
 - * Lcdo. en C.C. Geológicas.
GEONOC, S.A.

- D. José A. Grao del Pueyo.
 - * Lcdo. en C.C. Geológicas.
GEONOC, S.A.

INDICE

- 1.- INTRODUCCION.
- 2.- ANTECEDENTES.
- 3.- SITUACION GEOGRAFICA.
- 4.- ENCUADRE GEOLOGICO.
- 5.- RIESGO SISMICO.
- 6.- ANALISIS DE INESTABILIDADES.
 - 6.1. Problemática general.
 - 6.2. Características geotécnicas de los materiales.
 - 6.3. Análisis por zonas.
- 7.- MEDIDAS CORRECTORAS.
- 8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

ANEXOS

- I FOTOGRAFIAS.
- II PLANOS Y PERFILES.
- III EVALUACION ECONOMICA ESTIMATIVA.

1.- INTRODUCCION.

El Instituto Tecnológico Geominero de España, I.T.G.E., ha realizado con la colaboración de GEONOC, S.A. un estudio de riesgos geológicos y un plan de actuación en previsión de esos riesgos, en el acantilado que se sitúa detrás de la playa de San Marcos, en Icod de los Vinos (Tenerife).

En la visita que realizaron los técnicos del I.T.G.E. recabaron información para el estudio de dicha inestabilidad, con la cual se realizó el informe correspondiente.

La prestación de este servicio se realizó en respuesta al llamamiento cursado por la subdirección General de Costas y señales marítimas, del M.O.P.U. al I.T.G.E.

2.- ANTECEDENTES.

No se conocen hasta la fecha fenómenos de grandes desprendimientos ocurridos en estas zonas, y menos aún que hayan causado daños materiales o personales. Sin embargo, dada la naturaleza y estado de la fracturación de los materiales que conforman el acantilado, conviene tomar medidas oportunas para que estos fenómenos se reduzcan lo más posible o incluso se anulen por completo.

La naturaleza de los depósitos de ladera situados en la base del talud indican que sí ha habido desprendimientos naturales en épocas geológicas recientes, y es lógico pensar que en la actualidad también se siguen produciendo aunque de una forma totalmente aleatoria y muy espaciado en el tiempo. Las obras de acondicionamiento en la calle Lora Tamayo habidas en los últimos decenios han modificado algo las condiciones de equilibrio natural de las rocas que componen dicho talud. Concretamente, en la penúltima obra de ampliación de dicha calle se realizaron voladuras con explosivos en distintos niveles del acantilado con el fin de librar cuevas y lojas rocosas en peligro de inminente desplome. Tales voladuras han dado lugar a su vez a la aparición de nuevas grietas con separación de nuevos bloques que vuelven a presentar otra vez peligro.

En la actualidad, el acondicionamiento de la playa de San Marcos, paseo marítimo y espigón, aprovechando la antigua calle, ha hecho necesario el acondicionamiento del talud ya que dicho paseo marítimo se prolongará unos 90 metros a lo largo de la base del acantilado y separado de este unos 4 mts. como máximo, con el consiguiente peligro de desprendimientos directamente sobre los transeuntes.

3.- SITUACION GEOGRAFICA.

El presente estudio se centra en la ladera del acantilado subvertical que se sitúa detrás en la calle Lora Tamayo, prolongación de este mismo acantilado tierra adentro con dirección ENE-WSW. Este conforma una pared de unos 100 metros de altura sobre el nivel del mar que se prolonga hacia el W y N hasta configurar una bahía de escasas dimensiones.

La playa de San Marcos se sitúa en la costa Norte de la isla de Tenerife a unos 3 Km de la localidad de Icod de los Vinos.

La topografía de la zona es abrupta dada la proximidad de las altas cumbres al mar. En ésta área se pasa prácticamente de las "llanuras" de Icod de los Vinos a los relieves más escarpados que configuran los acantilados de toda la zona N de la isla, salvando desniveles de más de 100 mts. casi en vertical.

El acceso desde Icod de los Vinos se realiza a través de una carretera local muy sinuosa que llega hasta la misma playa, salvando un desnivel de unos 200 mts. en aproximadamente 3 Km.

La playa en cuestión de unos 200 mts. de longitud, se sitúa entre un saliente hacia el W, aprovechado como muelle de atraque de pequeñas embarcaciones pesqueras y el acantilado mencionado que se curva progresivamente hacia el N, al que se le quieren ganar otros 100 mts. para playa. Las arenas son

grises oscuras, características de la meteorización de materiales volcánicos.

Toda la zona está salpicada de pequeñas construcciones entre plantaciones de plataneros existiendo una vegetación autóctona exuberante dada la orientación, la latitud, el clima y la proximidad del Océano Atlántico.

4.- ENCUADRE GEOLOGICO.

Las Islas Canarias constituyen la parte emergida de una importante formación emplazada en el límite oceánico-continental de la placa afro-atlántica.

En la isla de Tenerife sólo afloran materiales volcánicos de la serie alcalina, cuya génesis debe asociarse a una fase de la dinámica alpina que tuvo su máxima actividad durante el Mioceno, probablemente actividad eruptiva de carácter eminentemente fisural con formación del basamento volcánico submarino de la Isla. A finales del Mioceno la actividad de creció, concentrándose sólo en algunos sectores de estas fracturas, por lo que las manifestaciones subaéreas constituyen edificios aislados que conservan en parte estructuras lineales. A su vez aumentó la emisión de productos diferenciados de la serie basáltica alcalina. Esta evolución culmina en productos tales como traquitas y fonolitas, muy abundantes en las islas centrales, de colores mucho más claros que los basaltos.

En los basaltos pueden distinguirse minerales coloreados como el olivino y los piroxenos, mientras que en las traquitas abundan los minerales incoloros.

La parte NW de la Isla que corresponde al valle de Icod, comprende materiales volcánicos (coladas y piroclastos) de edad

mayoritariamente reciente (0-1 millones de años, aunque en algunos puntos de la costa emergen materiales con una edad de hasta 3,5 m.a.

Todos estos materiales volcánicos pertenecen a la serie más moderna de la isla, habiendo una separación entre esta y las más antiguas, tanto por morfología como por estado de conservación de dichos materiales. Entre estos se distinguen tres tipos fundamentales: coladas basálticas, piroclastos basálticos y pumitas, aunque estas últimas no aparecen en la zona de estudio.

Los basaltos son muy homogéneos, con frecuencia porfídicos con fenocristales de olivino y piroxeno, a veces abundantes. Las coladas se presentan con los techos escoriáceos aún sin meteorizar, o poco meteorizados, de modo que en el corte se ve una auténtica alternancia de escorias y coladas compactas. Su disposición es horizontal alcanzando espesores de más de 150 mts.

Las coladas tienen potencia variable perdiéndose incluso en algún punto, pero en general no superan los 10-15 metros. Es frecuente la alternancia de coladas con niveles escoriáceos y de piroclastos con almagre. Las coladas se presentan unas veces con incipiente estratificación interna en capas de hasta 1 m. y otras veces masivas o vacuolares, teniendo sus límites de separación alabeados y muy irregulares. Las

escorias se alteran rápidamente en superficie, dando suelos rojizos de tipo arcilloso. A menudo, tanto las coladas como las escorias sobre las que descansan, se disponen presentando un aspecto caótico y heterogéneo a menudo con oquedades y cavidades de tamaño variable.

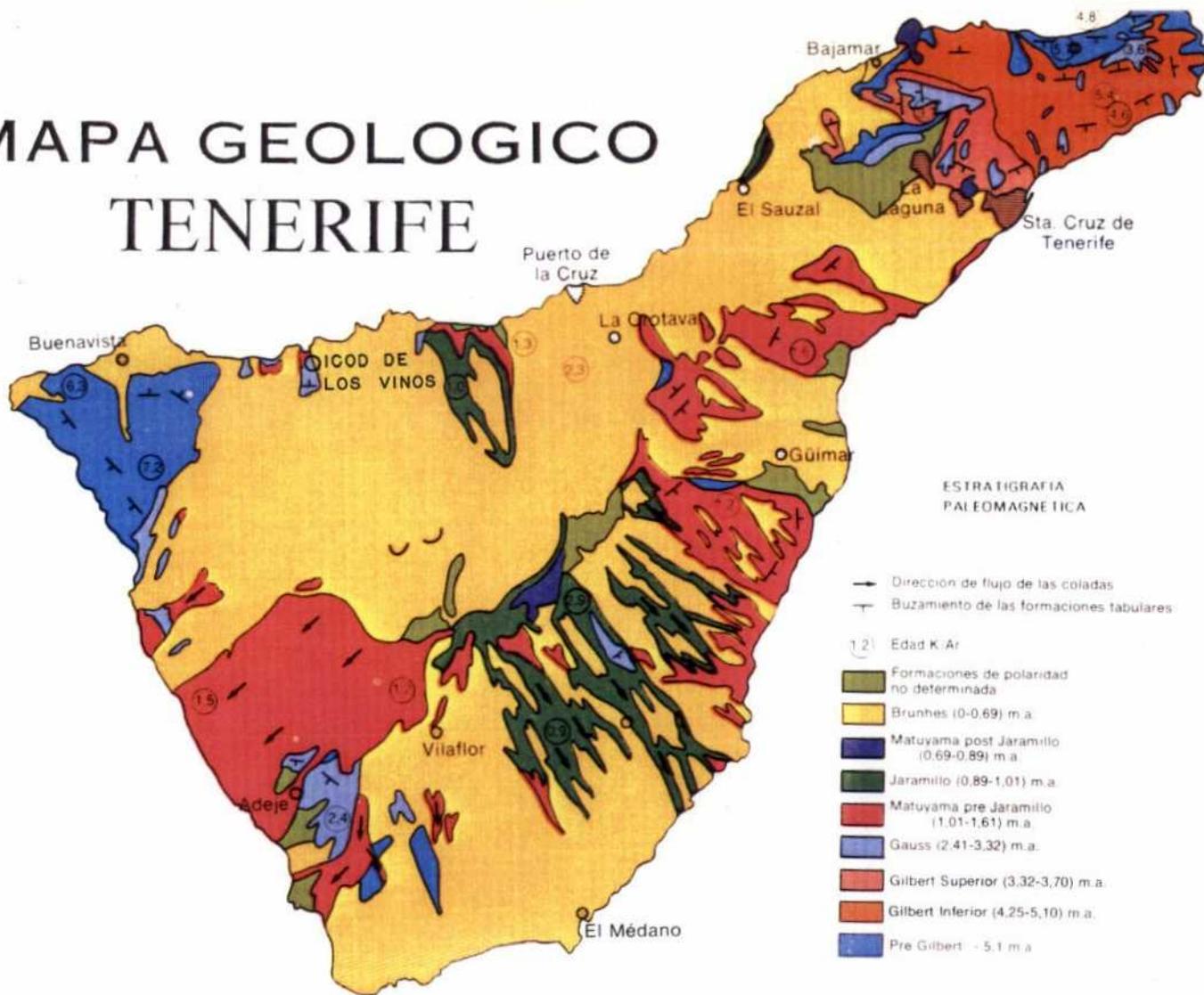
la zona objeto de estudio consta de una sucesión de seis coladas tabulares y horizontales de potencias variables pero parecidas, no superando los 15 m. en el punto de máximo espesor. Entre estas, se encuentran niveles piroclásticos rubefactados y convertidos en almagre más erosionable, lo que ha dado lugar a la aparición de escalones por erosión diferencial y a un retranqueo de las coladas superiores respecto a las inferiores.

En la base de las coladas intermedias aparecen niveles escoriáceos de bolos basálticos trabados por efecto térmico y erosionables hasta el punto de dar lugar a grandes cavidades.

Algunas coladas aparecen fuertemente arqueadas por enfriamiento dando aspecto de bóveda, o montadas unas sobre otras.

No existen sedimentos importantes salvo los que forman la playa de San Marcos.

MAPA GEOLOGICO TENERIFE



LEYENDA

- Direccion de flujo de las coladas
- ⊥ Buzamiento de las formaciones tabulares
- 12) Edad K-Ar
- Formaciones de polaridad no determinada
- Brunhes (0-0,69) m.a.
- Matuyama post Jaramillo (0,69-0,89) m.a.
- Jaramillo (0,89-1,01) m.a.
- Matuyama pre Jaramillo (1,01-1,61) m.a.
- Gauss (2,41-3,32) m.a.
- Gilbert Superior (3,32-3,70) m.a.
- Gilbert Inferior (4,25-5,10) m.a.
- Pre Gilbert - 5,1 m.a.

ESTRATIGRAFIA
PALEOMAGNETICA

BRUNHES	CUATERNAR.	PLEISTOCENO	
0,69			INF
MATUYA.	TERCIARIO	PLIOCENO	
2,41			GAUSS
3,32			GILBERT
5,10	PREGILBERT	MIOCENO	
7,0			

5.- RIESGO SISMICO.

Las Islas Canarias están situadas en una zona de Alto riesgo sísmico (Grado VII en la Escala MSK). Un terremoto de dicha magnitud puede producir en algunos casos desprendimientos de rocas en taludes.

Recientemente, a mediados de Mayo de 1989, se han producido varios sismos, con una magnitud de hasta 4,5 en la escala Richter. Dichos temblores han alarmado aún más en las zonas con alto riesgo de desprendimientos.

Las causas de estos sismos pueden estar relacionadas con el volcanismo, o con la tectónica.

Los sismos volcánicos se originan por mecanismos diferentes asociados a determinadas fases de la erupción o a las etapas póstumas y premonitorias. Los sismos de foco profundo, realmente relacionados con procesos volcánicos, son poco frecuentes y se deben posiblemente a movimientos internos o convectivos en cámaras secundarias, o a explosiones y pulsaciones del magma durante su ascenso.

Los sismos y temblores prácticamente continuos que acompañan a las erupciones se deben a las vibraciones producidas en las paredes del conducto por el movimiento ascendente del fundido.

Muy típicos son también los microterremotos que se detectan en áreas volcánicas activas a profundidades variables (entre 5 y 60 Kms.) cuya frecuencia e intensidad permiten predecir la inminencia de una erupción volcánica.

La máxima actividad sísmica eruptiva se registra durante los períodos explosivos; estos sismos tienen sus focos bajo el cráter, muy próximos a la superficie y se piensa que se originan al separarse los volátiles del magma, lo cual confirmaría la hipótesis de una desgasificación a poca profundidad. Otros importantes terremotos son posteriores a la erupción y se deben a procesos mecánicos de asentamiento y colapso, que afectan a grandes masas de rocas que recuperan su equilibrio después del violento paroxismo efusivo.

No existe relación directa entre las erupciones y los terremotos tectónicos, si bien las áreas de mayor actividad sísmica y volcánica suelen coincidir, puesto que ambos fenómenos son consecuencia de los mismos procesos geodinámicos, y parece existir una relación espacial entre la zona de generación de magmas y la profundidad de los focos sísmicos. Sin embargo, en algunas zonas de volcanismo activo los violentos terremotos de origen tectónico van seguidos de erupciones volcánicas, pero esta sucesión no implica una relación directa de causa-efecto, sino más probablemente una relación secundaria, ya que la perturbación provocada por el sismo profundo afecta al volcanismo latente de la zona y favorece su erupción.

6.- ANALISIS DE INESTABILIDADES.

6.1. Problemática general.

Los desprendimientos de rocas constituyen un gran peligro para las zonas situadas a pie de los taludes que los sufren, ya se trate de áreas habitadas o de vías de comunicación.

La ladera de la que es objeto el presente estudio está sometida a procesos de inestabilidad debido fundamentalmente a tres causas:

- Al elevado grado de diaclasamiento de las coladas basálticas producto del enfriamiento magmático y posterior retraimiento.
- A la erosionabilidad de los tramos de piroclastos intercalados entre coladas, de competencia menor (erosión diferencial).
- Al elevado ángulo de la ladera del acantilado, muy acusado en cada una de las seis coladas que aparecen.

Estos fenómenos han ocasionado la individualización de numerosos bloques que podrán desprenderse y caer como consecuencia de sismos, grandes lluvias, o simplemente

por la inestabilidad general que afecta a la escarpada ladera:

Para facilitar el estudio de la ladera, se ha dividido la misma en tres franjas coincidentes con cada dos coladas: basal, media y superior, que serán analizadas exhaustivamente en capítulos posteriores.

Las medidas que en un futuro se adopten con el fin de prevenir los desprendimientos, deberán comenzar por las zonas que entrañen mayor riesgo de daños.

Los depósitos piroclásticos son los que sufren un mayor grado de meteorización debido a su menor resistencia. Aparte de la alteración intrínseca por rubefacción y oxidación, sufren fenómenos de erosión diferencial al tratarse de materiales en general poco cementados situados entre otros rocosos (coladas basálticas). Este fenómeno es más acusado en las zonas sin cementar (niveles escoriáceos), donde se pueden generar grandes oquedades, dejando en situación muy inestable a los bloques suprayacentes.

6.2. Características geotécnicas de los materiales.

Como ya se han mencionado anteriormente, existen en cuanto a comportamiento geomecánico, tres tipos de materiales: Coladas basálticas, depósitos piroclásticos y niveles

de escorias basálticas.

Los depósitos piroclásticos son de espesor variable y se presentan mas o menos deformados y reubefactados (almagres) por efecto de las coladas calientes que han soportado encima. Están constituidos por materiales de pequeño tamaño, arcillas y limos (cenizas), sin ningún tipo de gradación. Al presentar una escasa variabilidad granulométrica, los parámetros geotécnicos asignables a estos niveles son, asimismo, poco variables.

Las coladas son de tipo basáltico en todos sus términos, comportándose todas ellas de igual modo desde el punto de vista geotécnico. Al discurrir en estado fluido va separándose su fase gaseosa, que escapará definitivamente al solidificarse las lavas. De ahí, que queden huecos de antiguas burbujas estriados en la dirección del flujo.

La base y techo de la colada se enfrían antes que su núcleo, cuando la colada está todavía en movimiento. Esta es la razón del carácter escoriáceo y rugoso que tiene casi siempre la base de una colada, y a veces su techo.

Los aspectos estructurales de las coladas se aprecian mejor cuando se trata de lavas basálticas muy fluidas y con poco espesor. Al enfriarse, disminuye su volumen,

por lo que se originan unas grietas o diaclasas verticales o subverticales de retracción cuya disposición es prismática.

Si la colada es muy potente, como el caso que a nosotros nos afecta, la retracción tiene lugar también en la horizontal, formándose unos "cinturones" localizados (ver fotografías 2 y 3) a un tercio de la base.

Todas estas discontinuidades, van a condicionar el comportamiento geomecánico de los tramos lúvicos, y dan lugar a la individualización de numerosos bloques rocosos prismáticos.

La resistencia al corte de las discontinuidades de la roca es el aspecto más importante para determinar la estabilidad del macizo rocoso, especialmente en aquellas zonas próximas a la superficie en donde pueda existir alguna forma de inestabilidad cinemáticamente posible.

Las discontinuidades (diaclasas) no tienen relleno y describen planos curvados.

A estos materiales se les pueden asignar los siguientes parámetros geotécnicos:
(*)

	DENSIDAD SECA γ_d (T/m ³)	RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE q_u (Kgs/cm ²)
BASALTO	2,75-3,00	150-4.200
FONOLITA	2,54-2,66	1.500-3.400

Resistencia al corte Roca	DIACLASAS		MATRIZ ROCOSA	
	C' (Kgs/cm ²)	ψ' (°)	C' (Kgs/cm ²)	ψ' (°)
BASALTO	0	47	300-420	48-50

(*): Datos extraídos de tablas: JIMENEZ SALAS et al (1975)
"Geotecnia y Cimientos".

Los niveles de escorias, por aparecer íntimamente ligados a la base de las coladas van a tener propiedades geotécnicas similares a los basaltos, salvo en aquellas zonas puntuales que presenten mayor espesor o disgregación.

6.3. Análisis por zonas.

Se ha visto la necesidad de hacer una división por zonas o bandas en función de la accesibilidad y de la peligrosidad que presentan en el conjunto del acantilado dado que existen unas seis coladas basálticas más o menos diferenciadas y cla-

ramente separadas, dando resaltes como consecuencia del retranqueo de las más altas con respecto a las más bajas; se pueden hacer tres niveles de dos coladas cada uno de ellos que harán más factible la realización y puesta en marcha de las medidas correctoras.

De cada franja se ha realizado una descripción detallada, señalándose el riesgo de daños, las medidas correctoras propuestas y un coste estimativo de dichas medidas.

Finalmente se han realizado una serie de perfiles topográficos del acantilado, con el fin de determinar aquellas zonas que, por ser más abruptas, presentan mayor peligro. Estos aparecen en el anexo II.

De abajo a arriba, la primera banda que consta de las coladas que nosotros hemos denominado 1 y 2, tiene un espesor aproximado de un tercio del total del acantilado, (30 mts.). Su parte basal consta de una colada basáltica bastante masiva y sin apenas plano de diaclasamiento que delimitan grandes bloques de caras curvas. Se encuentra parcialmente cubierta en algunas zonas por depósitos de ladera arcillosos con hieladas de cantos angulosos y algunos bloques. La separación con el nivel superior o colada 2 se realiza mediante un nivel de almagre y piroclastos que se acomoda a las curvadas superficies de contacto con las coladas. Esta colada superior se caracteriza por ser claramente alabeada y más estrecha. Su diaclasamiento es algo más acusado e igualmente en planos

curvos y subverticales que individualizan bloques más pequeños y con mayor riesgo de caída.

Encima de este nivel existe un camino de acceso a lo largo de todo el acantilado aprovechando el retranqueo de unos 5-6 metros de este nivel con respecto al siguiente.

El nivel medio o segunda banda, consta igualmente de dos coladas con un espesor aproximado de otro tercio del total. La colada basal (colada 3) se estrecha progresivamente hacia la derecha. En su parte más desarrollada presenta un perfil totalmente vertical y su peculiaridad principal es una especie de tableado o bandeado de hasta 1 m. de espesor, que dan la impresión de no ser una sola colada sino una sucesión de más de diez pequeñas coladas seguida sin episodios piroclásticos intermedios. Debido a esto y a la posterior retracción por enfriamiento no se delimitan grandes columnas o bloques verticales sino bloques pequeños similares a los que presentaría una caliza tableada y diaclasada. La separación con la colada superior se realiza mediante otro nivel de almagre y piroclastas con poco retranqueo. El nivel superior de esta banda o colada 4 es una de las que mayor peligro de desprendimientos presenta. Al igual que la anterior, es más potente en su parte izquierda decreciendo hacia la derecha, lo que hace que tenga un claro contacto con la colada infrayacente en su parte izquierda y que se separe de ella hacia la derecha, hecho que se manifiesta claramente en una gran oquedad

o bóveda por erosión diferencial del almagre. El gran diaclasamiento a que está sometida hace que se hayan individualizado grandes bloques que quedan en voladizo con alto peligro de desprendimiento.

El nivel superior que corresponde a las coladas 5 y 6 está igualmente metido hacia dentro respecto al anterior, unos 5 o 6 metros, teniendo igualmente un camino de acceso desde otro de subida a la parte superior del acantilado. La colada inferior (5) tiene espesor uniforme y muestra claramente un nivel escoriáceo en la base visible en alguna de las múltiples oquedades que presenta. Tiene un alto nivel de fracturación y numerosos bloques sueltos en peligro de desprendimiento. La colada superior, de espesor variable, corona el acantilado siendo esta la más alterada al menos en su borde, donde existen grandes entrantes que dejan al aire algunas cornisas y bloques en voladizo. Parece más masiva y algo menos diaclasada, pero no por ello menos peligrosa.

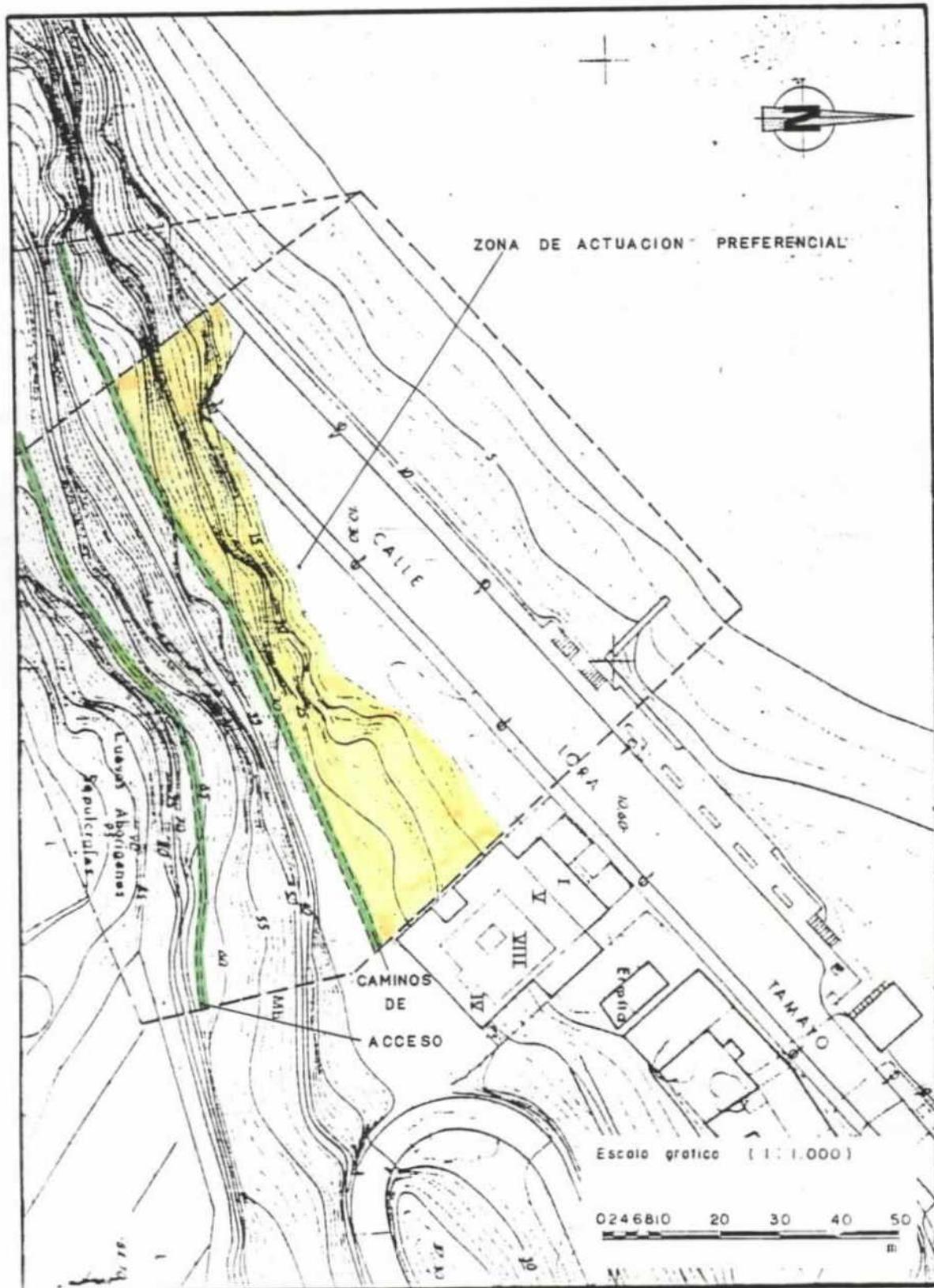
REFERENCIAS

- FOTOGRAFIAS: 1,2,3,4,6,7,8,9.
- PERFILES: 1, 2, 3, 4 y 5.

NIVEL

I

PLANO DE LOCALIZACION





TRATAMIENTO

DESCRIPCION

NIVEL Nº I

SUPERFICIE 2.600 m² PENDIENTE GENERAL 60°
DESNIVEL 25 m PENDIENTE MAXIMA 90°

Este nivel se caracteriza por presentar en su base, depósitos de ladera que cubren parcialmente la colada basal. Dicha colada está menos intensamente fracturada que la suprayacente, delimitando grandes bloques que por situarse en la base apenas ofrecen peligro. La colada superior deja individualizados bloques más pequeños que deslizan por determinadas acanaladuras. En general, no ofrece excesivo peligro por no aflorar en voladizo, aunque existen algunos grandes bloques peligrosos que tienen que ser tratados.

INESTABILIDAD

RIESGOS DE DAÑOS

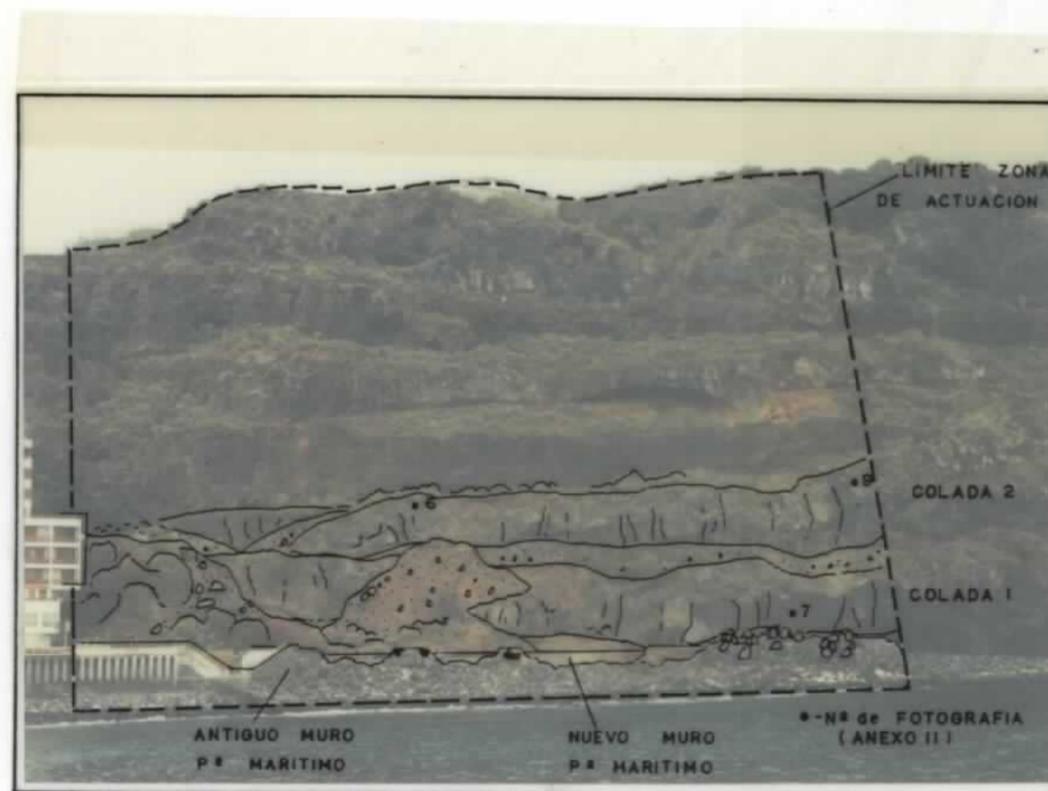
- Maxima
- Media
- Minima

- Muy Alto
- Alto
- Moderado
- Bajo

CORRECCION Y VALORACION ECONOMICA

	Unidades	Precio Unitario	Total
<input checked="" type="checkbox"/> Saneo y Voladura	1.500(m ²)	500(pts)	750.000
<input checked="" type="checkbox"/> Recalce	5(m ³)	10.000 "	50.000
<input checked="" type="checkbox"/> Valla protectora	50(m ¹)	25.000 "	1.250.000
<input checked="" type="checkbox"/> sellado de grietas	5(m ³)	10.000 "	50.000
<input checked="" type="checkbox"/> Mallas	2.500(m ²)	3.000 "	7.500.000
<input checked="" type="checkbox"/> Gunitado	10(m ²)	4.000 "	40.000
<input checked="" type="checkbox"/> Bulonado	50(m ¹)	12.000 "	600.000
<input type="checkbox"/> Reforestacion			
	SUMA (Neto)		10.240.000

- * Sanear toda la zona de bloques grandes y pequeños.
- * Colocar valla protectora encima de la colada 2 en aquellos lugares que se indican.
- * Proceder al recalce de bloques, gunitado de zonas muy sueltas y sellado de grietas abiertas.
- * Bulonar grandes cuñas y bloques sueltos.
- * Colocar malla protectora con lastres anclada con bulones debajo de la línea de valla protectora (en toda la zona).



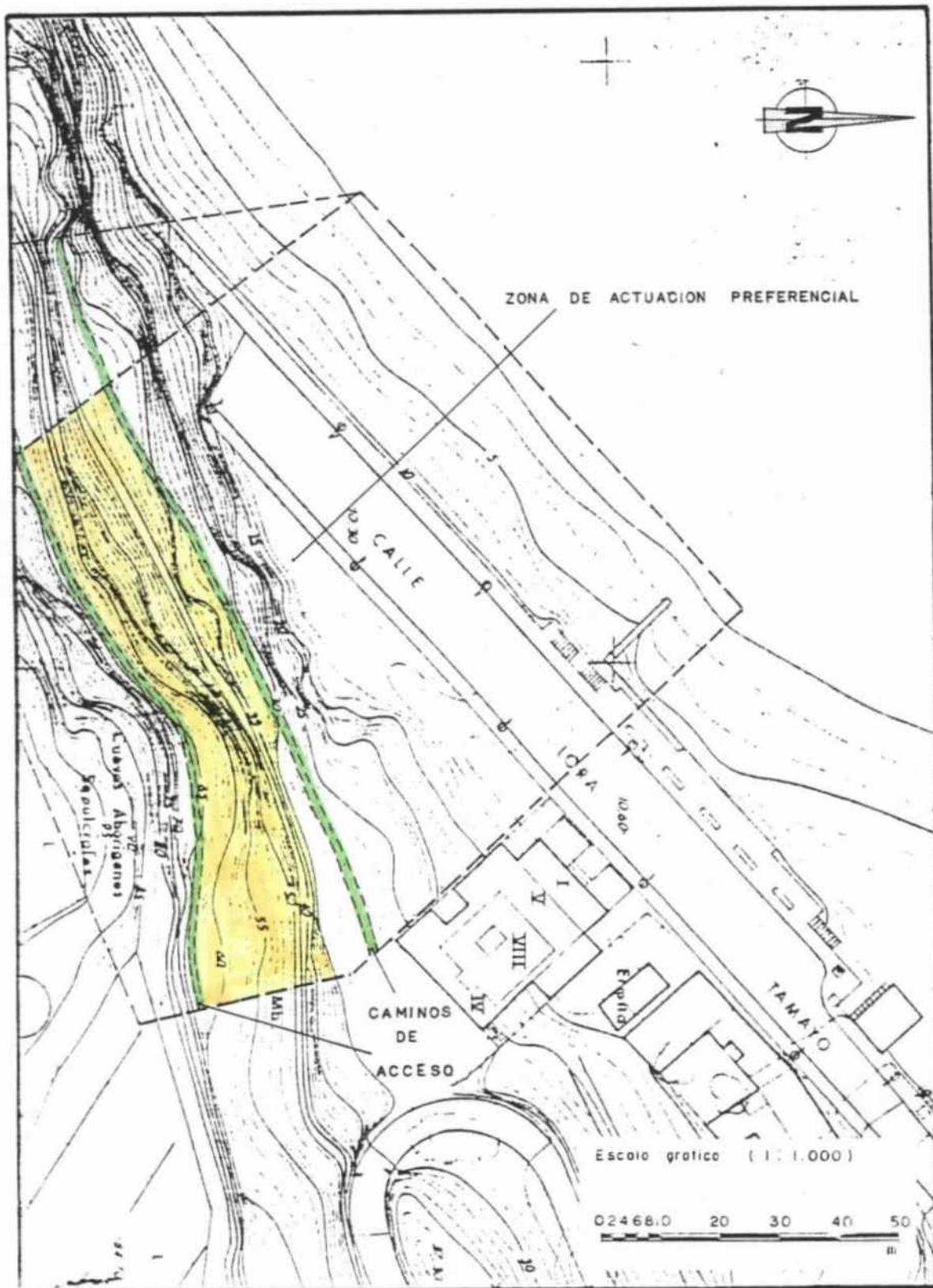
REFERENCIAS

-FOTOGRAFIAS: 1,2,3,4,6,8,10,11,12,13.
-PERFILES: 1, 2, 3, 4 y 5.

NIVEL

II

PLANO DE LOCALIZACION





TRATAMIENTO

DESCRIPCION

NIVEL Nº II

SUPERFICIE 3.000 m² PENDIENTE GENERAL 60°
DESNIVEL 30 m PENDIENTE MAXIMA 90°

Este nivel intermedio, del mismo espesor aproximadamente que el anterior (inferior), se caracteriza por tener mayor superficie de afloramiento por colada, que al igual que los otros dos niveles consta de dos (3 y 4) muy fracturadas en planos verticales curvos con un nivel de almagra rojiza de separación de dichas coladas que desaparece en algunos puntos dejando grandes oquedades en forma de bóveda (ver fotografías 1, 2 y 3). Tiene accesibilidad en su parte basal, así como en su techo.

INESTABILIDAD

RIESGOS DE DAÑOS

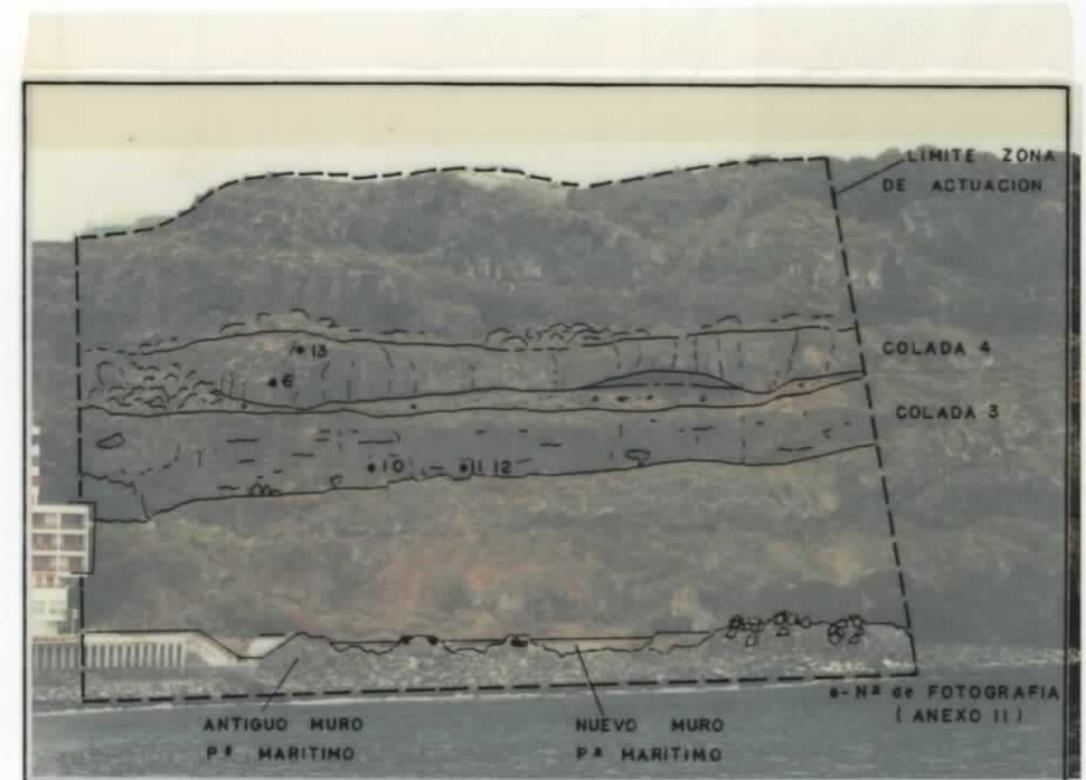
- Maxima
 Media
 Minima

- Muy Alto
 Alto
 Moderado
 Bajo

CORRECCION Y VALORACION ECONOMICA

	Unidades	Precio Unitario	Total
<input checked="" type="checkbox"/> Saneo y Voladura	2.000(m ²)	500(pts)	1.000.000
<input checked="" type="checkbox"/> Recalce	5(m ³)	10.000 "	50.000
<input checked="" type="checkbox"/> Valla protectora	75(ml)	25.000 "	1.875.000
<input checked="" type="checkbox"/> sellado de grietas	10(m ³)	10.000 "	100.000
<input checked="" type="checkbox"/> Mallas	2.500(m ²)	3.000 "	7.500.000
<input checked="" type="checkbox"/> Gunitado	20(m ²)	4.000 "	80.000
<input checked="" type="checkbox"/> Bulonado	75(ml)	12.000 "	900.000
<input type="checkbox"/> Reforestacion			
		SUMA (Neto)	11.505.000

- * Sanear toda la zona de pequeños y grandes bloques.
- * Colocar valla protectora encima de la colada 4 y en los lugares que se indican.
- * Recalzar bloques sueltos, gunitar zonas muy erosionables y sellar grietas abiertas.
- * Bulonar grandes cuñas y bloques sueltos, sobre todo en la colada 4.
- * Colocar malla protectora con lastres anclada con bulones de bajo de la línea de valla protectora (en toda la zona).



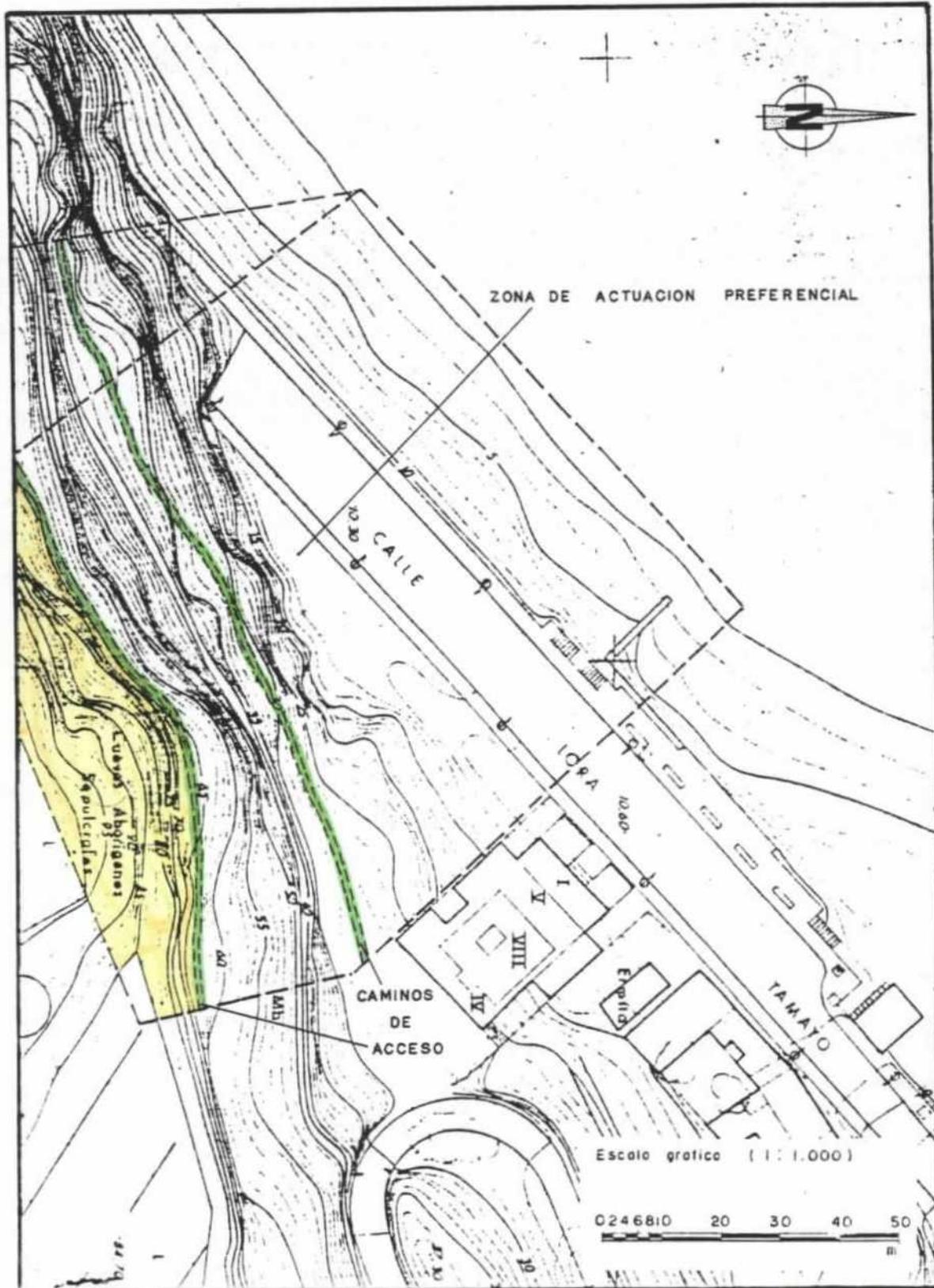
REFERENCIAS

-FOTOGRAFIAS: 1, 2, 3, 4, 14, 15, 16, 17, 19, 20
-PERFILES: 1, 2, 3, 4 y 5

NIVEL

III

PLANO DE LOCALIZACION





TRATAMIENTO

DESCRIPCION

NIVEL Nº III

SUPERFICIE	3.000 m ²	PENDIENTE GENERAL	60°
DESNIVEL	30 m	PENDIENTE MAXIMA	90°

- * Sanear toda la zona de pequeños y grandes bloques.
- * Recalzar bloques sueltos, gunitar áreas muy erosionables (almagres y escorias) y sellar grietas abiertas.
- * Bulonar grandes cuñas y bloques sueltos, principalmente en la colada 5.
- * Colocar malla protectora con lastres anclada con bulones, unos metros adentro del borde del acantilado.

Este nivel superior presenta igualmente dos coladas con gran superficie aflorante y alto nivel de fracturación. Se observan niveles escoriáceos en su base con algunas grandes oquedades revestidas de numerosos bloques sueltos. La colada inferior está enormemente diaclasada por lo que el peligro de desprendimientos aumenta respecto a anteriores coladas más basales. La colada superior está menos fracturada, pero por coronar el acantilado se presenta más meteorizada quedando en voladizo enormes bloques y lajas rellenas por vegetación.

INESTABILIDAD

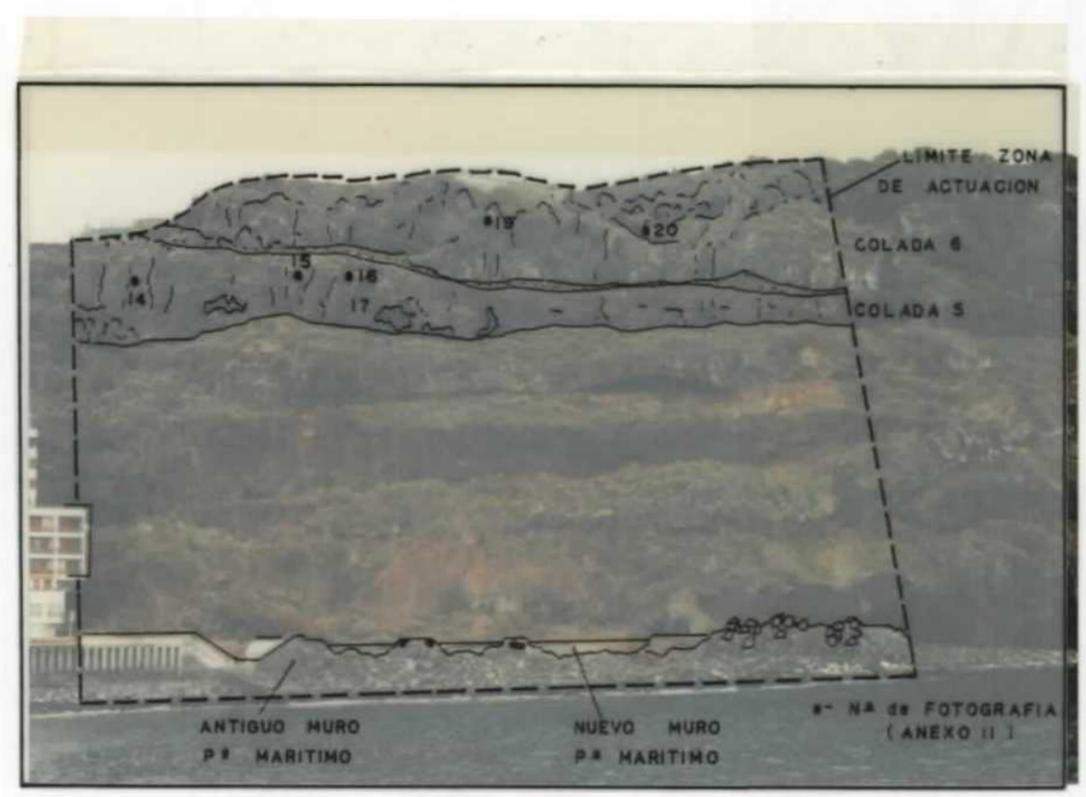
RIESGOS DE DAÑOS

- Maxima
- Media
- Minima

- Muy Alto
- Alto
- Moderado
- Bajo

CORRECCION Y VALORACION ECONOMICA

	Unidades	Precio Unitario	Total
<input checked="" type="checkbox"/> Saneo y Voladura	2.500(m ²)	500(pts)	1.250.000
<input checked="" type="checkbox"/> Recalce	10(m ³)	10.000 "	100.000
<input type="checkbox"/> Valla protectora			
<input checked="" type="checkbox"/> sellado de grietas	20(m ³)	10.000 "	200.000
<input checked="" type="checkbox"/> Mallas	2.500(m ²)	3.000 "	7.500.000
<input checked="" type="checkbox"/> Gunitado	20(m ²)	4.000 "	80.000
<input checked="" type="checkbox"/> Bulonado	75(m ¹)	12.000 "	900.000
<input checked="" type="checkbox"/> Reforestacion	----	-----	-----
		SUMA (Neto)	10.030.000



7.- MEDIDAS CORRECTORAS.

Aunque ya se han mencionado en el capítulo anterior algunas medidas para reducir el riesgo de desprendimientos, analizaremos ahora cada uno de los principales métodos correctivos aplicables en todo el conjunto inestable.

Se dan preferencia a aquellas medidas correctoras que producen un menor impacto visual.

Durante la realización de los trabajos de acondicionamiento de la ladera no se garantiza una total seguridad ante la posibilidad de desprendimientos, por lo que se aconsejará el desalojo total o parcial, al menos durante la duración de las obras, primordialmente las de saneo.

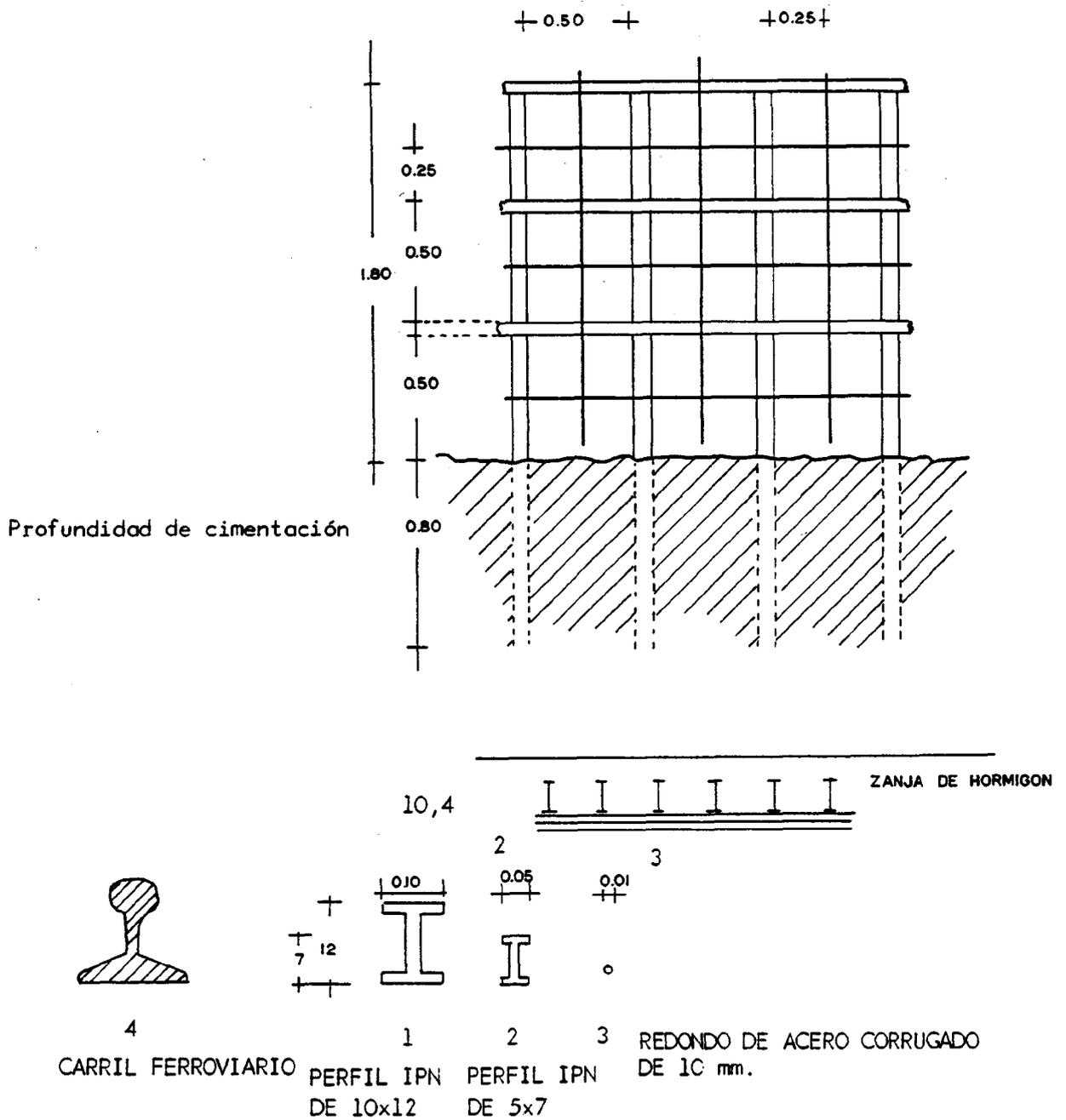
7.1. Vallas metálicas.

Como primera medida se recomienda la instalación de dos vallas de perfiles metálicos (rafles de ferrocarril o perfiles doble T, p. e.), siguiendo las pautas establecidas en la figura 7.1.1. (elementos estructurales de la valla de acero de protección contra desprendimientos), en diferentes alturas: en ciertas zonas de la base de las tres zanjas citadas.

La función de esta medida es meramente protectora de los bloques que cayeran rodando lodera abajo.

El vaciado de la cimentación deberá realizarse con retroexcavadora o martillo percutor según la accesibilidad, siendo necesario en todos los casos una profundidad mínima de cimentación de 0,80 mts. El relleno de la zanja o de cada hoyo se realizará posteriormente a la colocación de la valla con hormigón. La unión entre los componentes que conforman la valla metálica se realizará con soldadura eléctrica a pie de obra.

7.1.1. ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA VALLA DE ACERO DE PROTECCION
CONTRA DESPRENDIMIENTOS



7.2. Saneos y voladuras.

Se podrá realizar el saneo del talud y la retirada de bloques inestables, cuñas, lajas, etc. mediante grúa fija o móvil con cesta suspendida, bien desde la base del acantilado, o bien desde los caminos de acceso a las franjas central y superior, o desde el techo del acantilado según los casos. En las franjas altas se recomienda realizar un saneo manual con las herramientas adecuadas. Esta labor será más intensa en la parte elevada (franjas central y superior).

Dentro de estas labores se incluye la eliminación de arbustos y vegetación que al enraizar en grietas, produce apertura de éstas y expulsión del bloque hacia el exterior, (ver puntos donde se recomienda saneo en la fotografía 2, Anexo I).

El saneo se realizará colocando balas de paja o un manto de arena para impedir que la caída de los bloques deteriore el pavimento del paseo marítimo, en el caso de que este ya estuviese construido. En cualquier caso, se procederá a efectuar un saneo controlado cuando estén ya instaladas las vallas protectoras. Asimismo se protegerá la fachada posterior del edificio situado en la parte izquierda del acantilado (hotel) con malla de obra con el fin de evitar la rotura de cristales u otros efectos.

Para las labores de saneo puede resultar factible la utilización en algunos casos de explosivos o bien de cementos expansivos.

7.3. Recalce y sostenimiento de bloques mejorando su base de apoyo.

Todas las situaciones observadas de bloques o grandes conjuntos inestables por erosión, fracturación o minado de su base de apoyo se pueden tipificar en dos:

1º Por erosión diferencial, en zonas generalmente basales de talud, de los paquetes volcanoclásticos más deleznales.

2º Por fracturación y desprendimiento o deslizamiento parcial de bloques que en su caída descalzan o inestabilizan a otros bloques o conjunto de bloques ya fracturados.

* En el primer caso, la erosión diferencial de los paquetes piroclásticos respecto a los paquetes de colada basáltica fracturada, genera una inestabilidad palpable. En ocasiones el deslizamiento se produce por la desaparición de paquetes de finos sobre los que descansan depósitos piroclásticos de bloques poco trabados que quedan igualmente desestabilizados.

Esta situación se repite en las coladas basales de cada nivel (1, 3 y 5), aunque no con demasiada intensidad como para resultar un problema grave.

Se propone una solución de recalce y sostenimientos que evite la progresión rápida de la erosión y se sigan produciendo nuevos descalces y desprendimientos.

El sistema a elegir se realizará adaptándose a las especiales características de cada caso siguiendo el esquema explicativo adjunto: (Figura 7.3.1. y 7.3.2.).

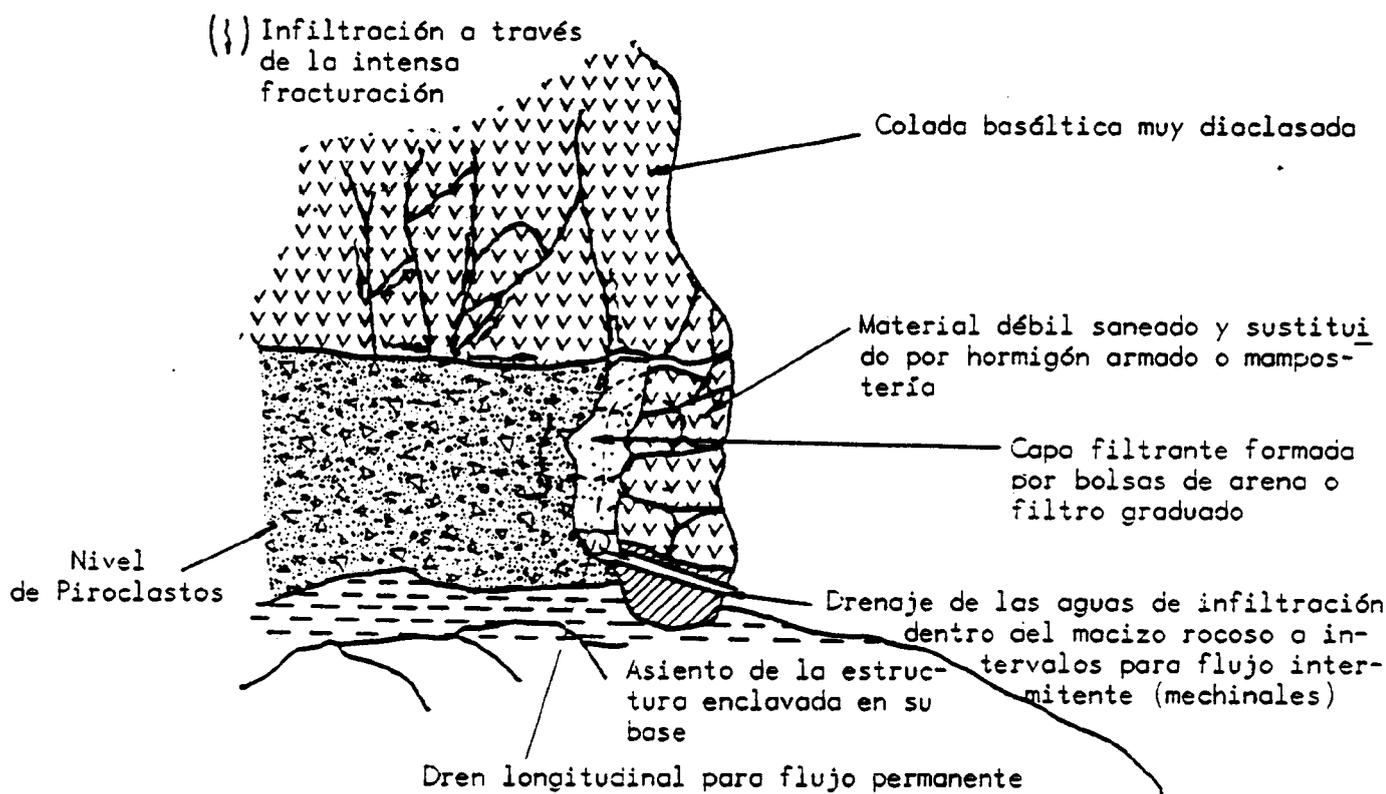


Figura 7.3.1.

CONJUNTO INESTABLE

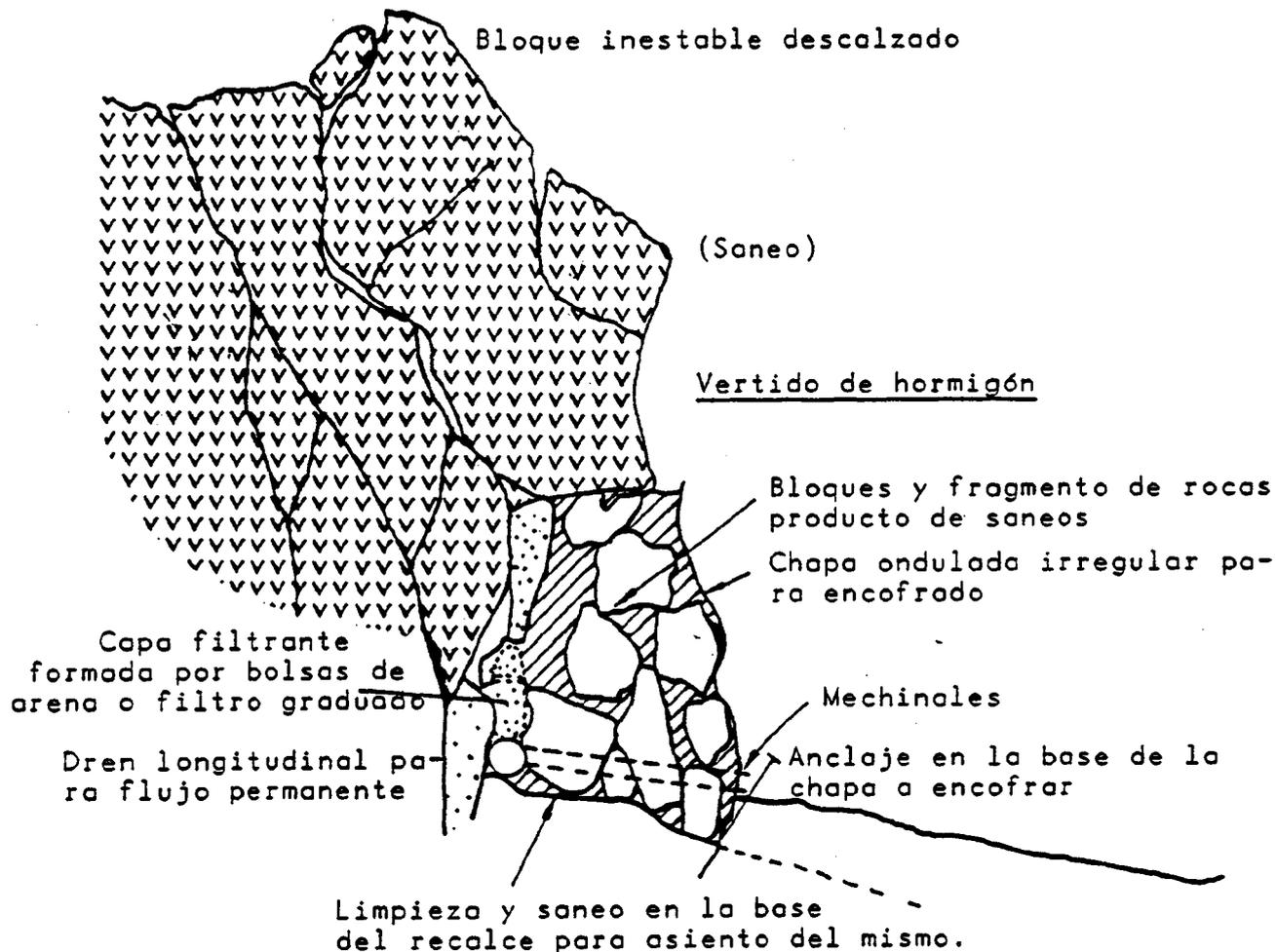


FIGURA 7.3.2.

- a) Se acondicionará (excavaré y limpiará) la base del asiento de la estructura de recalce.
- b) Se instalará el sistema de dren longitudinal y se implantarán ya los mechinales.
- c) Se elaborará la base de hormigón ya con los mechinales y se levantará un muro de mampostería de mortero que constituirá el murete de recalce. En el trasdós del murete se colocará una capa filtrante de arena.

* En el segundo caso, la fracturación de bloques que en su caída descalzan o inestabilizan otros bloques, requiere un tratamiento similar. La intensa fracturación de las coladas basálticas determina cuñas y bloques perfectamente individualizados que por la rugosidad de sus caras descansan unos sobre otros trabados por aristas y en virtud del rozamiento entre dichas caras.

La fuerza de la gravedad ayudada por agentes erosivos, sísmicos (frecuentes en las Islas), etc. producen posteriormente el desprendimiento de las situaciones más inestables.

La solución propuesta es el recalce o sostenimiento de bloques inestables donde el soneo es inviable, adaptándose a las especiales características de cada caso.

Se recomienda recalzar en las coladas 1, 3 y 5, donde la accesibilidad es buena y los bloques o cuñas en voladizo o muy agrietados quedan próximos al suelo donde tienen que apoyarse a través del muro de recalce (ver fotografías 2 y 7 del Anexo I).

7.4. Sellado de grietas.

Una vez localizadas y limpias las fracturas se han de utilizar preferentemente selladores flexibles que penetren de forma fluida por gravedad en las mismas, siendo los productos empleados del tipo breas o productos de impermeabilización a base de caucho, presentándose en el mercado en forma de líquido semifluido disuelto en agua.

Se puede acabar vertiendo una capa de hormigón que le de mayor fuerza y compacidad al conjunto.

Este problema se presenta con mayor asiduidad en las zonas de colada que han sufrido cierta descompresión con la consiguiente apertura de grietas y diaclasas, principalmente en los niveles II y III (coladas 4, 5 y 6). Se recomienda el relleno de grietas en aquellas zonas donde queden fisuras abiertas que puedan liberar cualquier tipo de bloques (ver fotograffias 2, 13, 14, 15 y 16 del Anexo I).

7.5. Bulonado de lojas y bloques.

Para esta tarea, se utilizan barras de acero corrugado. Hay que proceder, en un principio, a perforar el bloque perpendicularmente a la fractura que lo individualiza, eligiendo puntas donde la roca sea suficientemente consistente para soportar la acción del taladro. También hay que tener en cuenta que las barras (bulones o clavos) no están tensionadas una vez colocadas, y son poco resistentes a flexión, por lo que deben usarse cuando las discontinuidades sean estrechas. Su diámetro será entre 15 y 30 mm. y su longitud dependerá de las dimensiones de los bloques (se estima una longitud medio de 3 m.).

Tal refuerzo se usa con más eficacia utilizando pernos de 25 a 40 mm. de diámetro pretensados, es decir, anclados en el interior de la roca y tensados desde el exterior.

7.6. Malla metálica.

Uno de los dos procesos a seguir en la instalación de malla metálica protectora en el talud, comprende las siguientes fases (Fig. 7.6.1.).

* 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 bulones de una longitud media de 2 mts. y espaciados cada 4 m.

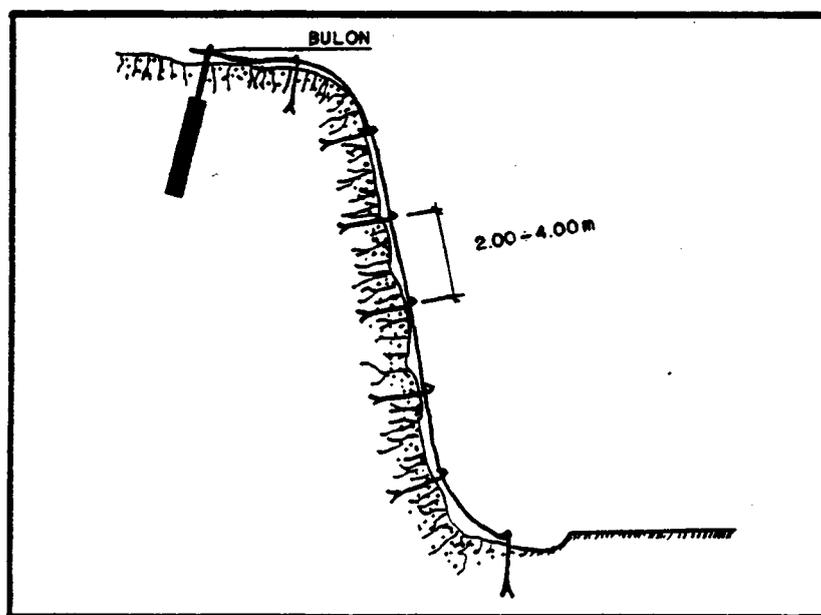


FIGURA 7.6.1.

* Anclaje del enrejado mediante el agarre de varias mallas a cada bulón, haciendo previamente unos dobleces en el mismo. Cuando sea conveniente conseguir una mayor repartición de es-

fuerzos, una vez ancladas las mallas del enrejado, la parte sobrante anterior a la alineación de bulones, se coserá en forma de solapa a una barra de acero fijada entre los mismos.

* Despliegue de los rollos de enrejado hasta la parte superior 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 hincando piquetes entre las mallas cada 2 m. de distancia aproximadamente pudiendo soltarse periódicamente para liberar los bloques atrapados y evitar tensionamientos y roturas innecesarias.

Finalmente es preciso señalar que la malla metálica precisa de un mantenimiento periódico, reparando las zonas deterioradas de la misma.

En las tres franjas se instalará la malla metálica con lastres de 250 Kgs. que irán colocados al final de cables (6 mm. de sección) sujetos en la misma fijación superior de la malla, separados de 2 a 4 mts. (fig. 7.6.2.).

Con esto se pretende evitar el despegue del talud de los bloques se desprenden de manera que no puedan superar el siguiente escalón y caer hasta el paseo marítimo.

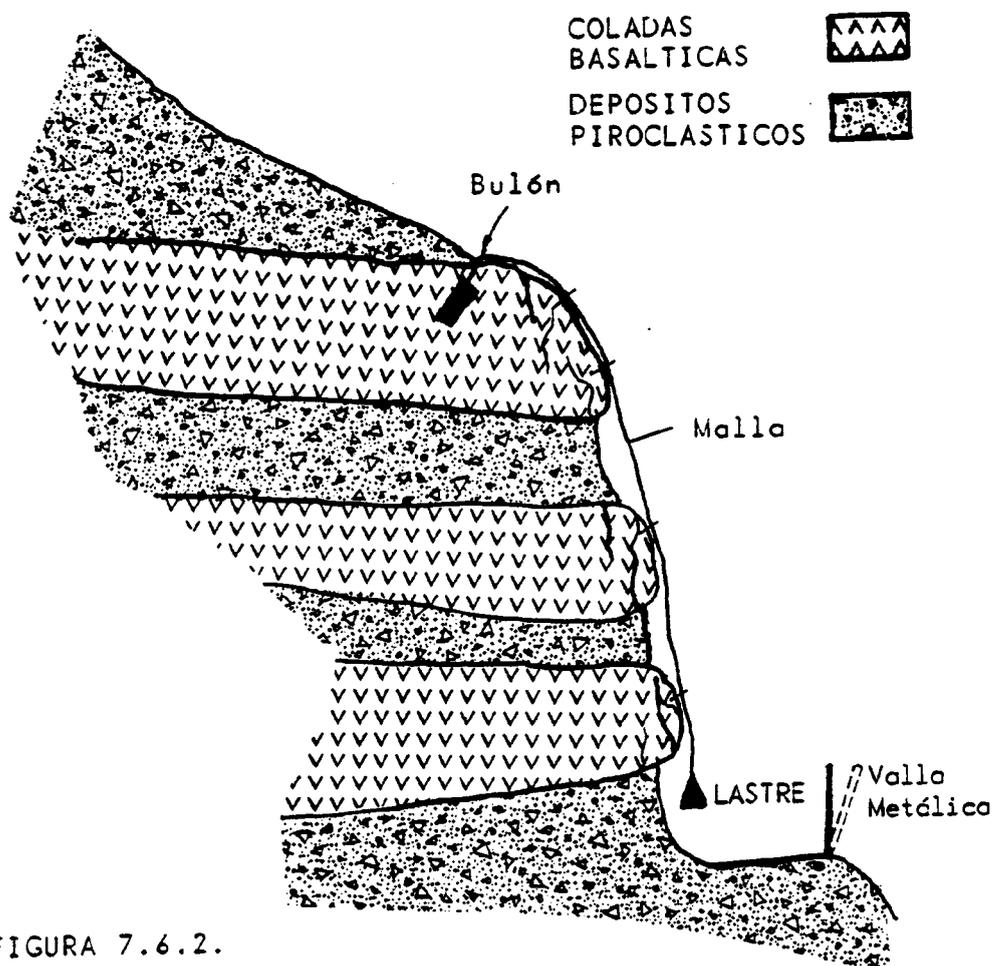


FIGURA 7.6.2.

7.7. Hormigón proyectado. Gunitado.

Consiste en una capa de hormigón rociada sobre la superficie de taludes en roca. La dosificación del hormigón se hace de forma convencional. El árido ha de tener una granulometría uniforme y un tamaño superior a 2 cm. Cuando el árido empleado es de tamaño más pequeño el hormigón empleado se llama gunita.

El hormigón proyectado es un tratamiento superficial que evita la meteorización de los tramos más deleznable (cenizas y piroclastos en este caso), así como los desprendimientos de pequeña magnitud, proporcionando a la vez una cierta resistencia en los bordes exteriores de las discontinuidades que afloran en el talud, lo que aumenta la resistencia del bloque frente al deslizamiento.

La mezcla cemento-árido es bombeada en seco a través de tubos flexibles de gran diámetro hasta la boquilla pulverizadora, donde se le añade agua. En la bomba se incorpora a la mezcla un aditivo acelerador del fraguado.

El hormigón se proyecta sobre la superficie de la roca a gran velocidad por lo que en esta operación se pierde una cantidad no inferior al 10 %. La uniformidad del espesor de la capa de hormigón depende de la destreza del operario. Una capa

de espesor nominal de 10 cm. suele quedar con espesor variable entre 7,5 y 12,5 cm., dependiendo esto de la destreza de dicho operario.

Es preferible que la superficie del talud se encuentre seca cuando se le aplica el hormigón.

El mayor inconveniente de este método radica en el elevado impacto visual que produce, y que puede ser disminuido mediante la mimetización (tinción) de la gunita.

Esta medida ha de aplicarse únicamente en aquellas zonas deleznales, que corresponden a focos muy puntuales de las coladas 3, 4 y 5 (parte basal, en contacto con el almagre), manifestados por las numerosas oquedades existentes (ver fotografías 2, 4, 11 y 18 del Anexo I).

7.8. Reforestación.

Como medida complementaria de protección se puede realizar una plantación de especies arbóreas en los bordes de los escalones que deja cada colada, con el fin de mimetizar las vallas y otras medidas correctoras. Se podrán emplear especies autóctonas de crecimiento rápido, de 100 a 150 cm. de envergadura, plantadas en varias hileras perpendiculares a la pendiente. Su efecto es doble, ya que pueden proteger contra los desprendimientos, evitando la llegada de los mismos a zonas peligrosas y protegen las laderas contra la erosión, no produciendo ningún tipo de impacto ambiental.

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Como preámbulo final a la descripción de todos los aspectos que intervienen en este estudio de riesgos de caída de bloques, podemos aproximarnos a dar una serie de recomendaciones sobre la actuación y medida que han de aplicarse a la corrección de el peligro inminente de desprendimientos.

El acantilado descrito abundantemente en capítulos anteriores es especial, no por ser diferente a otros, sino por que a su pié va a situarse un paseo marítimo transitado por numeroso personal dada las características turística y pesqueras de la zona.

La naturaleza volcánica de los materiales de que está compuesto el talud, la disposición estratigráfica de las coladas y las discontinuidades que les afectan han hecho que se independicen bloques y lastras de basalto de todos los tamaños. Estos bloques podrán desprenderse como consecuencia de grandes lluvias, sismos o, simplemente por la inestabilidad general que afecta a dicho acantilado.

La regeneración de la Playa de San Marcos con la consiguiente revitalización de la zona, ha motivado que organismos oficiales se sensibilicen ante el temor que supone tener tan próximo un peligro potencial de desprendimientos. Por ello

se tratará de dar una serie de medidas correctoras que ayudarán a paliar o minimizar en lo posible este riesgo.

La división en franjas responde a que abordar todo el talud a un mismo tiempo resulta, además de imprudente, imposible. El haber elegido tres se debe fundamentalmente a que existen únicamente tres accesos: el situado a la base del talud, el camino que discurre entre las coladas 2 y 3 y el existente entre las coladas 4 y 5. Otro posible acceso desde el que tal vez sea posible abordar alguna medida, es el situado en el techo del acantilado. Además, coincidiendo con los accesos intermedios existen hombreras que pueden actuar como zonas de recogida de posibles bloques desprendidos.

Hay medidas que deben aplicarse prioritariamente por considerarse más importantes y efectivas, aunque resulten más caras. Con todas las elegidas, se dan a continuación las pautas de actuación y ejecución en los distintos niveles:

- 1.- Desde el principio hasta el final de las obras se recomienda proteger a todos los efectos las partes construidas del paseo marítimo susceptibles de ser destruidas por impacto de bloques, así como la fachada posterior del Hotel Amarco.
- 2.- Coviene colocar vallas de perfiles metálicos en el borde de las bandas y en los sitios indicados. Con ello se pretende dar mayor margen de seguridad a posteriores fases de la obra.

3.- Se procederá al saneo de bloques, cuñas y lajas sueltas empezando por las zonas altas, retirando las más inestables, ayudados por grúas u otros artificios. Finalmente, se saneará la banda más basal.

4.- Una vez efectuado el saneo se harán las labores de bulonado de aquellos bloques que no hayan podido ser saneados por tamaño o por dificultad, pero que siguen presentando peligro de caída. Se habrán de sellar las grietas abiertas y se gunitarán aquellas zonas más sueltas con bloques pequeños y numerosas grietas. Finalmente, se ejecutarán recalces puntuales de aquellos bloques más descalzos o en peligroso voladizo.

5.- Por último se procederá a la colocación (anclaje con buzones) de mallas metálicas protectoras de triple torsión con lastres para facilitar el saneo, evitar que posibles bloques que caigan se despeguen del talud. Se empezará por la parte superior hasta el primer resalte importante situado entre las coladas 4 y 5, para seguir con la segunda franja de similares características hasta el segundo resalte y finalmente se colocará la malla en la franja basal.

Como las tres mallas cubren, cada una de ellas dos coladas y estas suelen dar resaltes o entrantes puntuales en su zona de contacto, se recomienda colocar la malla lo más pegada posible a la pared para evitar el efecto visual negativo que supondría la colocación de dicha malla. Para ello se pueden emplear pequeños clavos que se suelten fácilmente en caso

de algún desprendimiento rocoso sin que con ello tenga que caer toda la malla.

Periódicamente se efectuarán labores generalizadas de saneo en las tres bandas, así como limpieza de bloques y reposición de mallas protectoras.

Todas estas medidas correctoras deberán en todos los casos producir el mínimo impacto ambiental y visual, para lo cual una medida complementaria sería cubrir de vegetación (ya abundante) la zona de vallas.

Fdo.: Francisco J. Ayala Carcedo
Jefe del Area de Geología
Ambiental y Geotecnica.
I.T.G.E.

Fdo.: Jesús M. Rico Romero
Lcdo. en C.C. Geológicas.



BIBLIOGRAFIA

ARAÑA, V. y CARRACEDO, J.C. (1978) "Los volcanes de las Islas Canarias: I. TENERIFE" Ed. Rueda. Madrid.

ARAÑA, V. y LOPEZ RUIZ, J. (1974) "Volcanismo. Dinámica y Petrología de sus productos" Ed. ISTMO. Madrid.

BALDOVIN, G. y FATTORE, A. (1974): Example of Slope Stabilization in marly sandstone flysch". Proc. 3 rd. Int. Conf. I.S.R.M. Denver, II-B.

ESCARIO, V. (1981): "Desmontes. Estado actual de la Técnica" M.O.P.U. Dirección General de Carreteras. Madrid.

FINLAYSON, B. y STATHAM, I. (1980): "Hillslope analysis". Butterworths.

HOEK, E., y BRAY, J.W. (1977): "Rock Slope Engineering". The Institution of Mining and Metallurgy, Londres.

HOVLAND, H.J. y WILLOUGHBY, D.F. (1982): "Slide stabilization at the Geysers Power Plant". En "Application of Walls to landslide control problems", ASCE, Las Vegas.

HUNDER J. DUERST, R. (1981): "Safety considerations for cut in unstable slope". Proc. 10th Int. Conf. SMEF. Estocolmo. Vol 3 p. 431-436.

HUNT, R.E. (1984) "Geotechnical Engineering Investigation Manual", Mc Graw Hill, New York.

HUTCHISON, J.N. (1984): "An influence line approach to the estabilization of slopes by cuts and fills". Can Geot. J. Vol. 21, p. 363-370

I.G.M.E. (1978) "Mapa Geológico de España E. 1:25.000" HOJA 1.104-1.105, I-IV. Madrid.

I.G.M.E. (1987): "Manual de taludes". Madrid.

JIMENEZ SALAS, J.A. y otros (1976): "Geotecnia y Cimientos", tomo II, tomo III. Editorial Rueda. Madrid.

LENGLET, J. (1976): "Appareils et méthodes de surveillance des glissements de terrain". Bull. Liais. Lab. Ponts et Ch. N° Especial III, Vol. I.

LOPEZ GARCIA, J. y otros (1984): "El diseño y control geotécnico de taludes en una explotación de lignito a cielo abierto en terrenos blandos muy tectonizados y con presencia de agua". VII Cong. Int. de Minería y Metalurgia. Barcelona.

M.O.P.U. (1981): "Desmontes. Estado actual". Madrid.

RAT, M. (1976): "Drainages". Bull. Liais. Lab Ponts et Ch.
Número Especial III "Estabilite des Talus". Vol 2

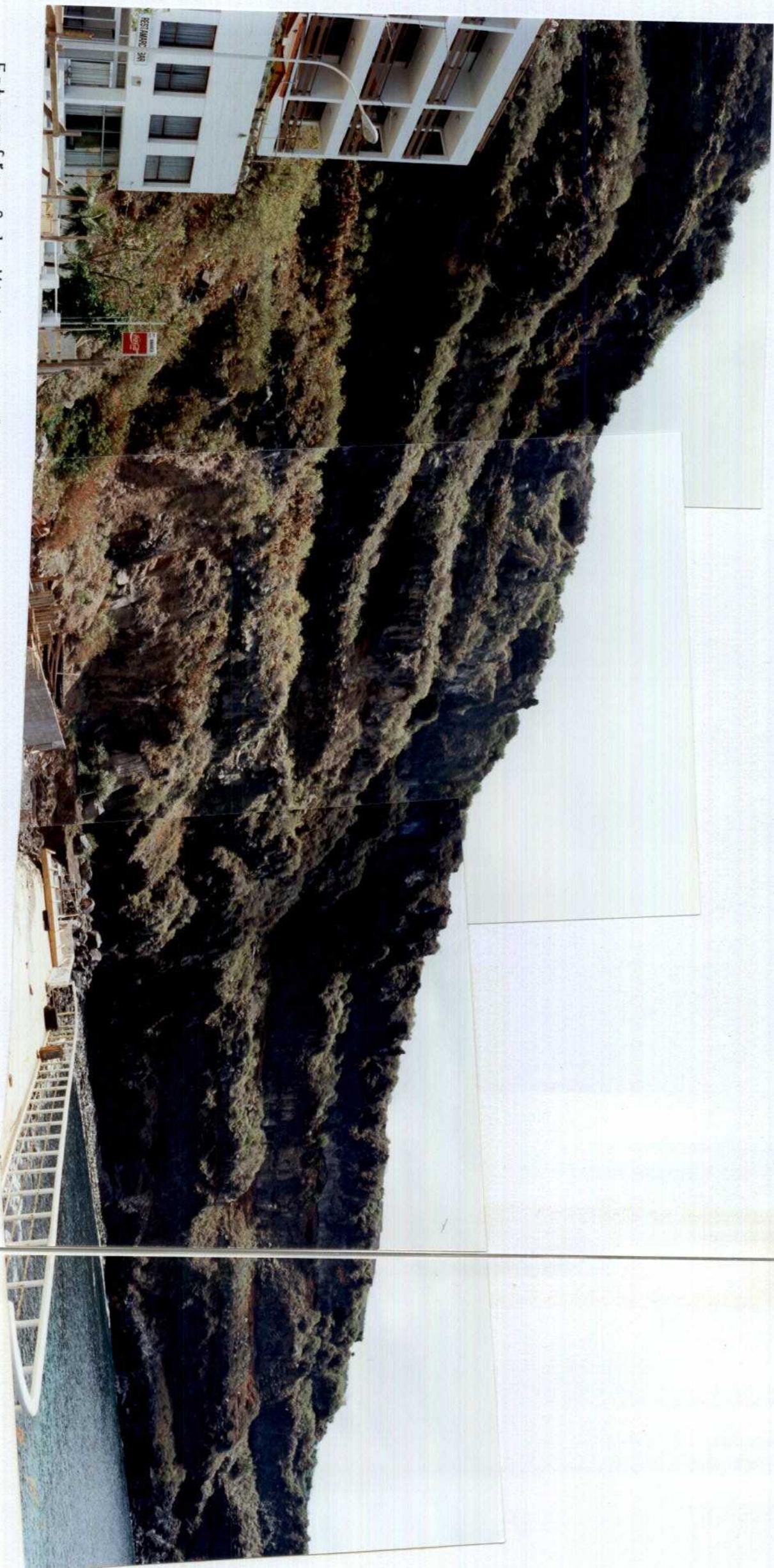
RODRIGUEZ ORTIZ, J.M. (1978): "Auscultación y corrección de
movimientos del terreno". Curso de Riesgos Geológicos.

I.T.G.E. Madrid.

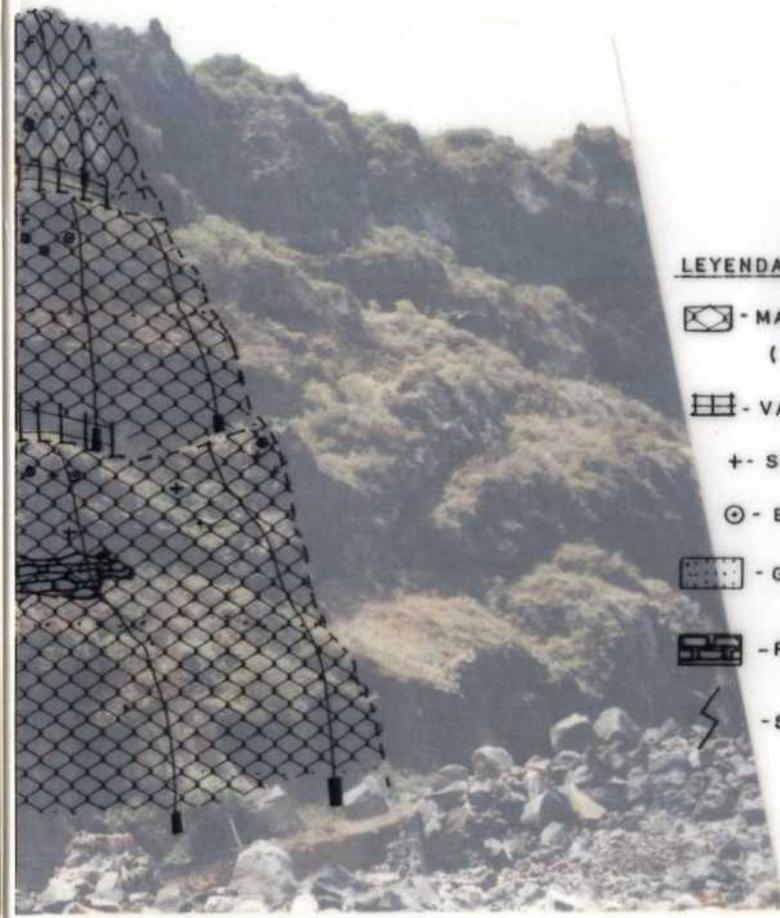
ANEXOS

- I FOTOGRAFIAS
- II PLANOS Y PERFILES
- III EVALUACION ECONOMICA ESTIMATIVA

ANEXO I: FOTOGRAFIAS



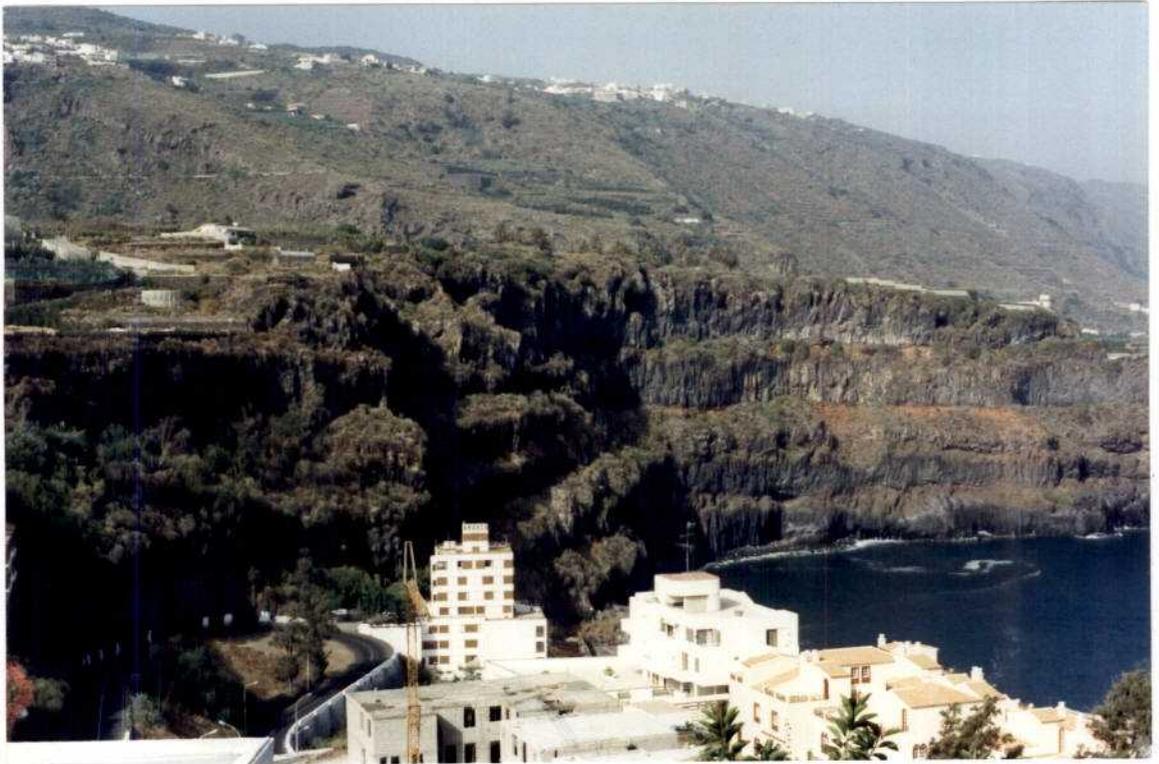
Fotografía nº 1: Vista general del talud.



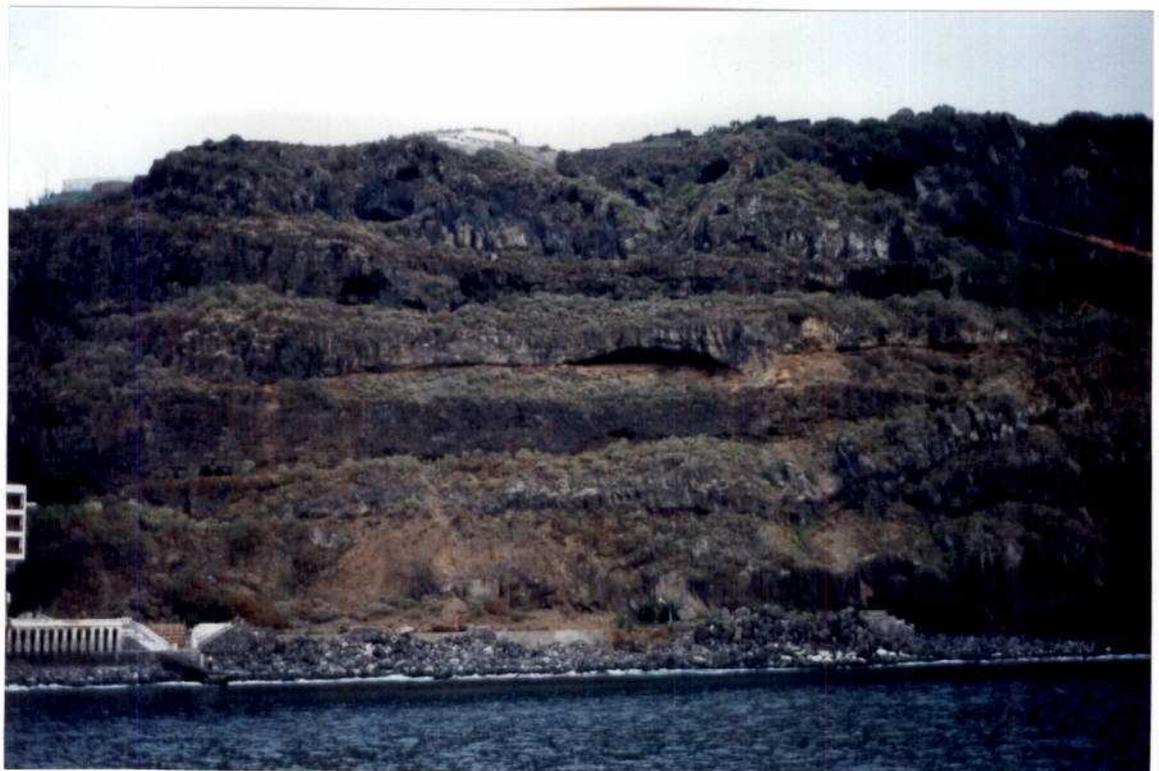
LEYENDA

-  - MALLA PROTECTORA (CON LASTRES)
-  - VALLA PROTECTORA
-  - SANEADO
-  - BULONADO
-  - GUNITADO
-  - RECÁLCE
-  - SELLADO DE GRIETAS

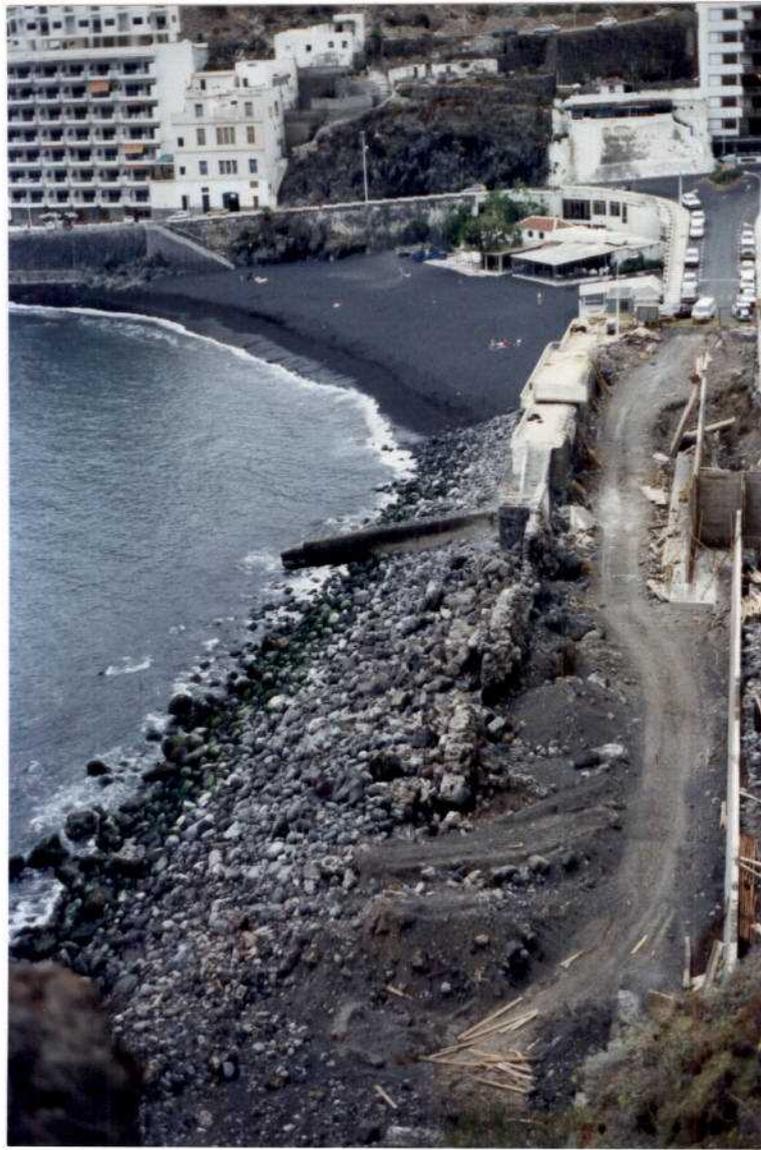
esta general del talud.



Fotografía nº 3: Vista general lateral.



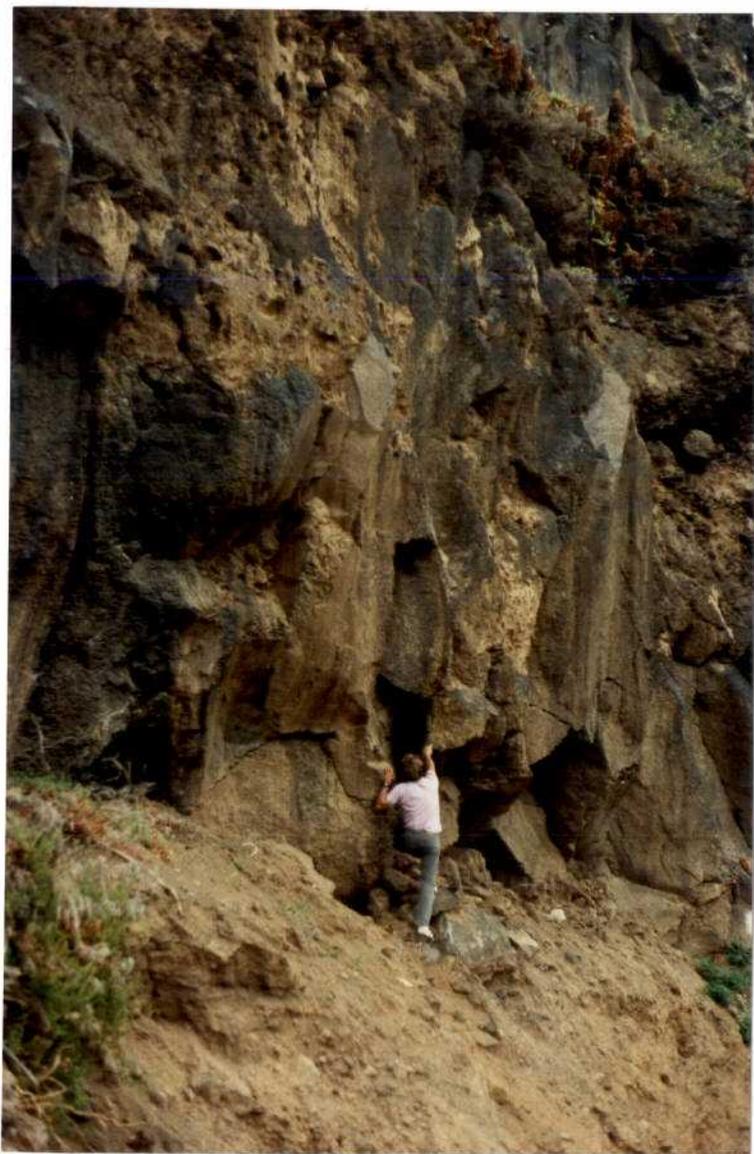
Fotografía nº 4: Vista general frontal.



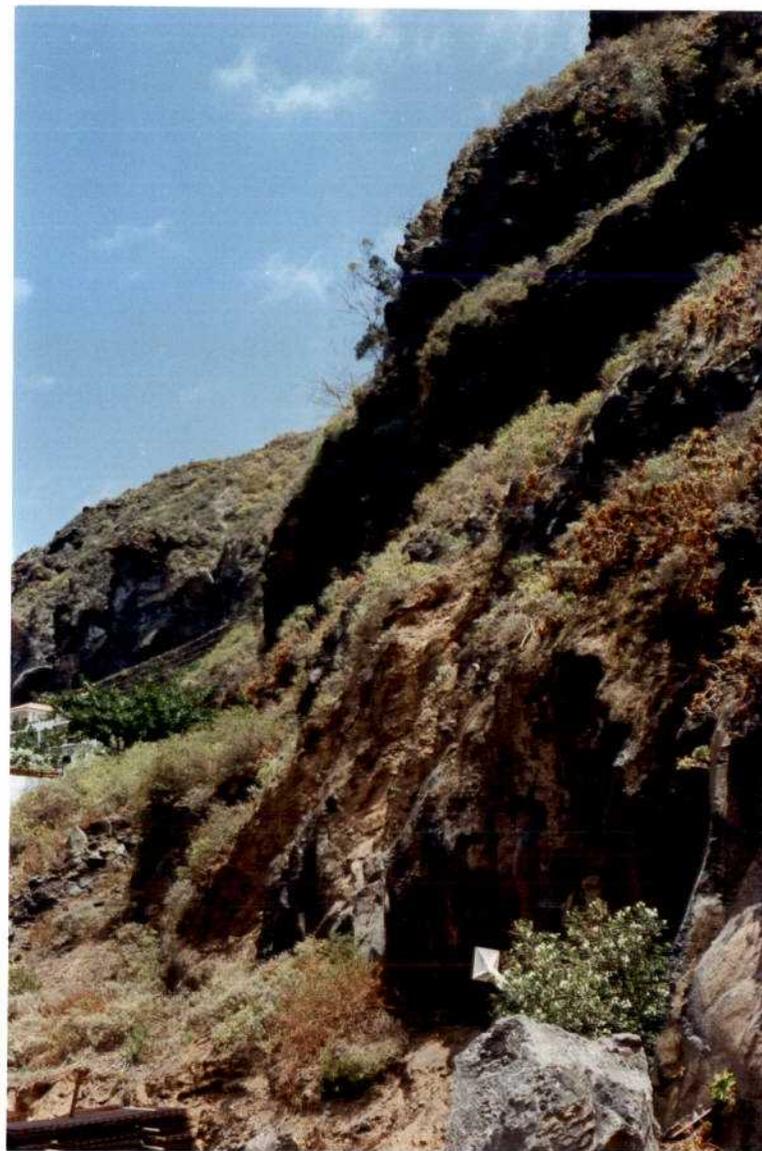
Fotografía nº 5: Vista de las obras y de la playa de San Marcos.



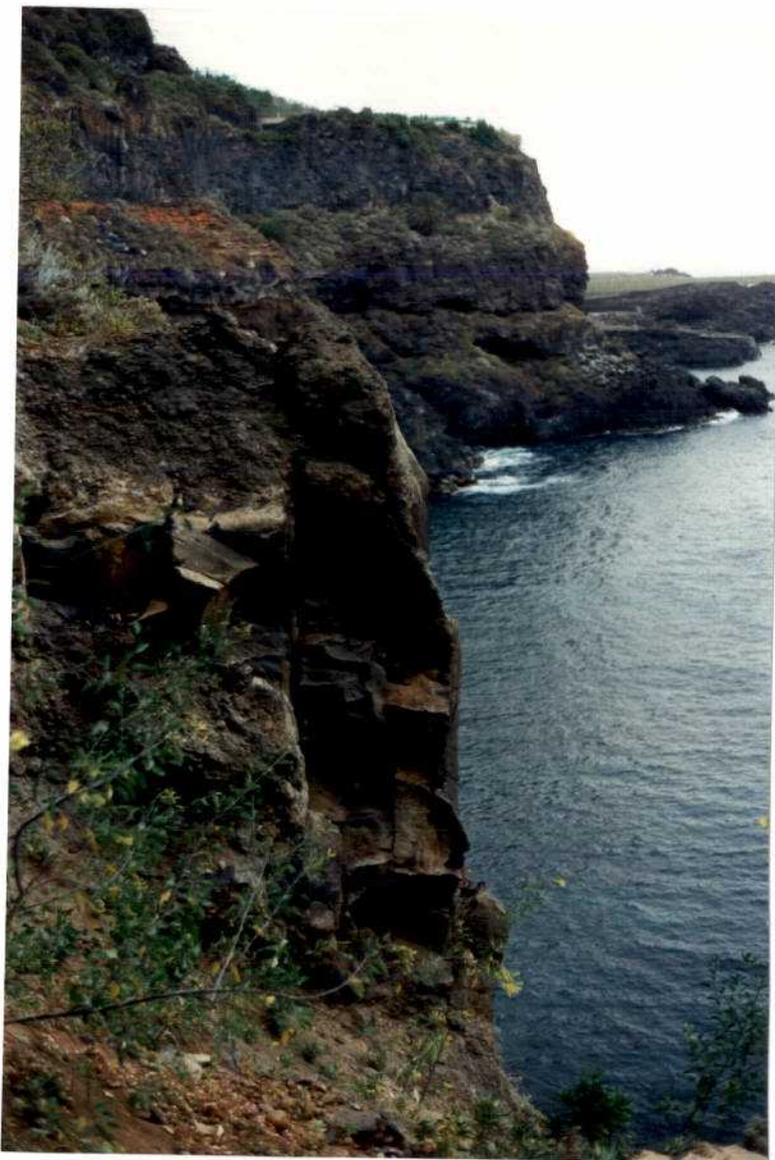
Fotografía nº 6: Aspecto de la fraduración en las coladas 1, 2, 3 y 4.



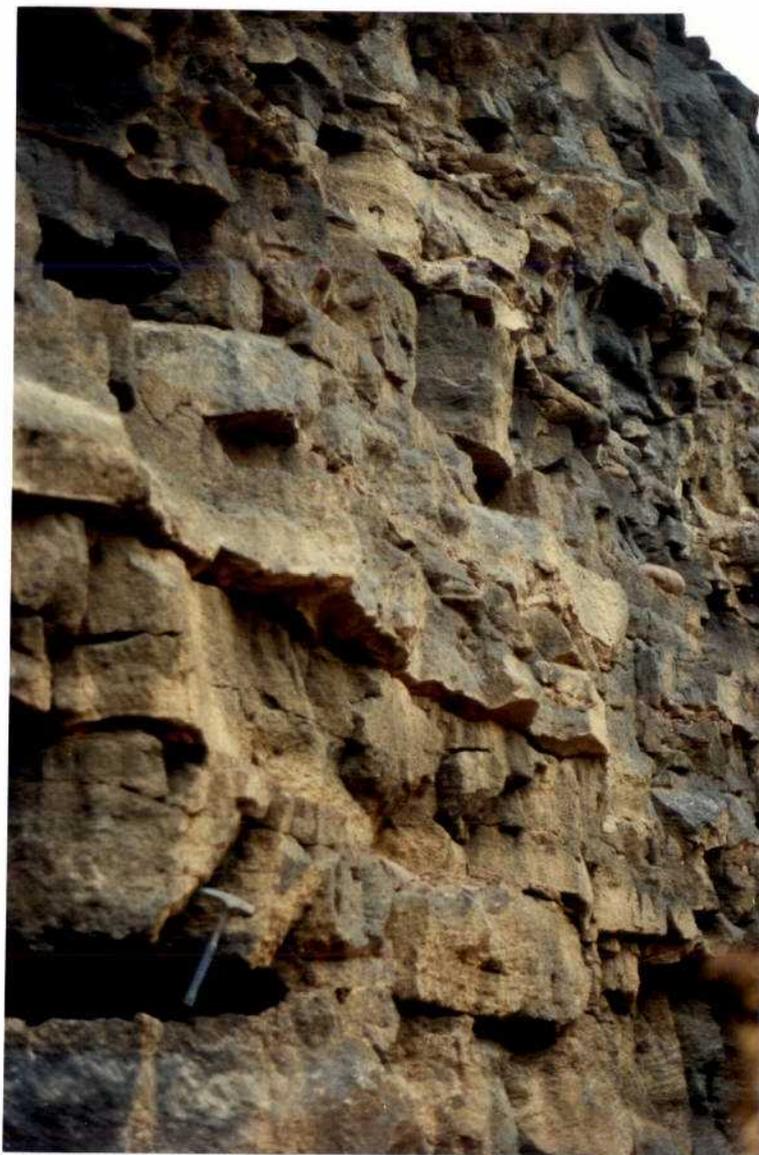
Fotografía nº 7: Coladas basales.



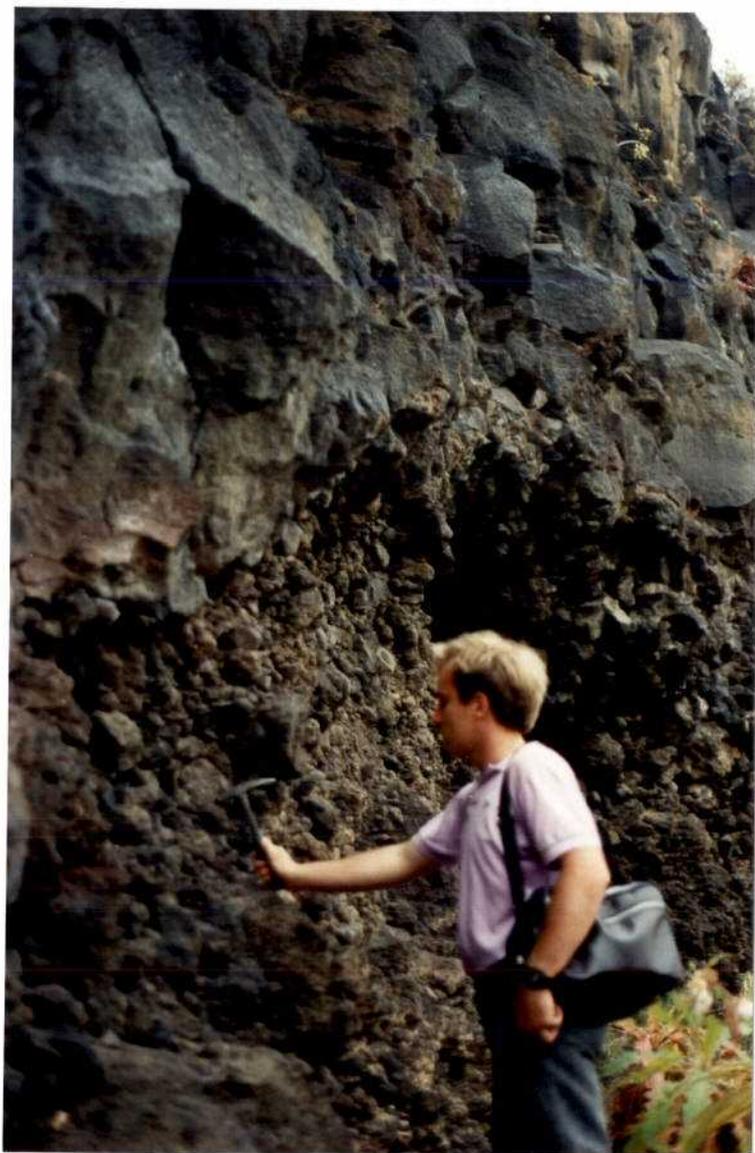
Fotografía nº 8: Perfil de las coladas 1, 2, 3 y 4



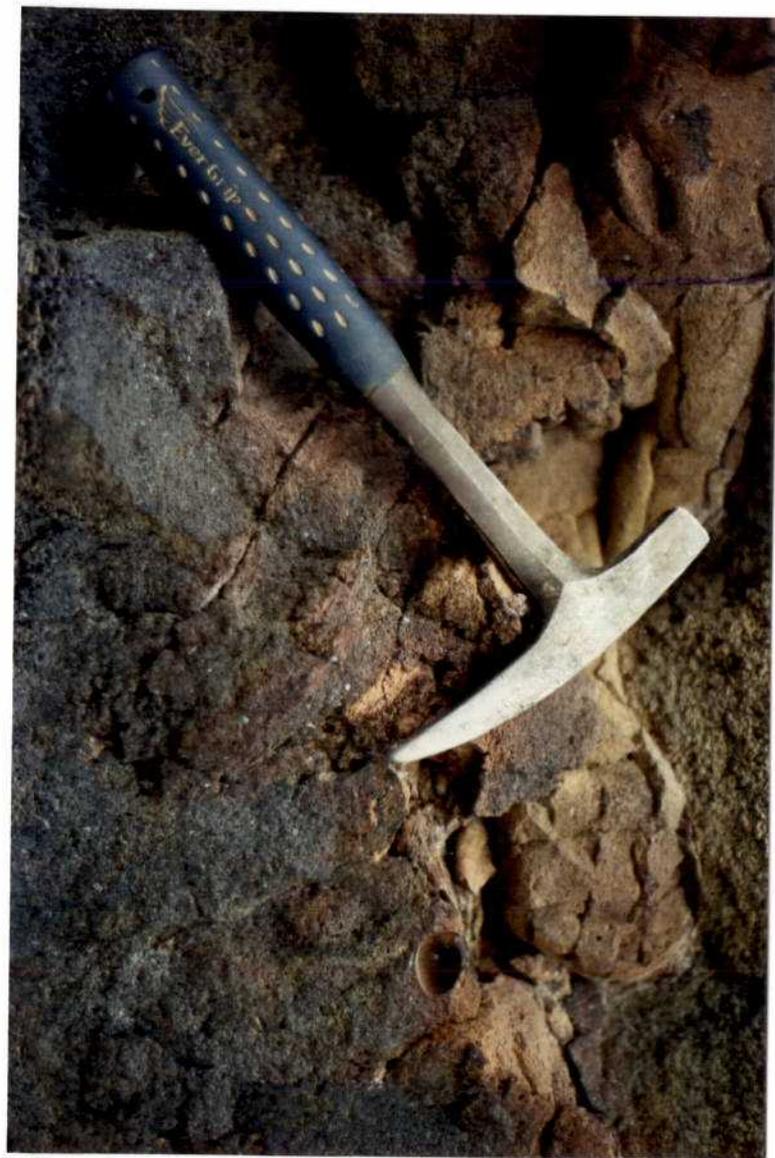
Fotografía nº 9: Bloque muy inestable en la colada 2.



Fotografía nº 10: Aspecto tableado de la colada 3.



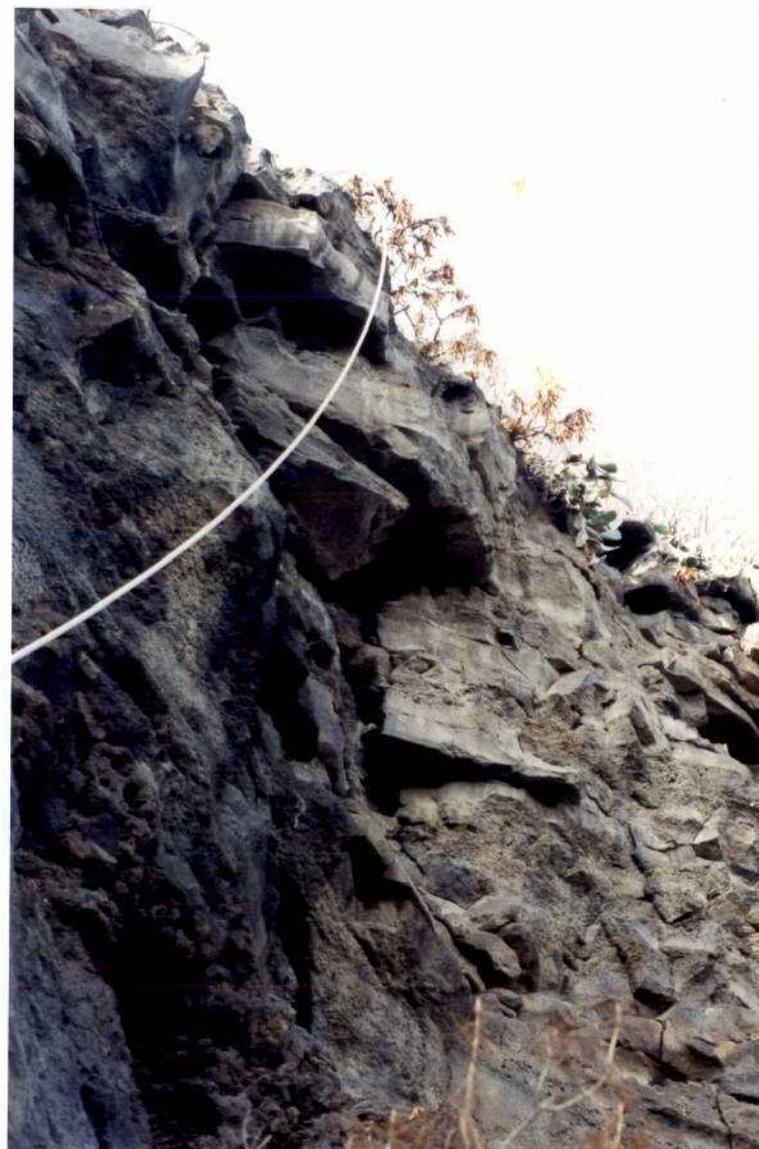
Fotografía nº 11: Oquedad en la base de la colada 3, tapizada de material escoriáceo.



Fotografía nº 12: Detalle del basalto vacuolar y aspecto escoriáceo de la colada 3.



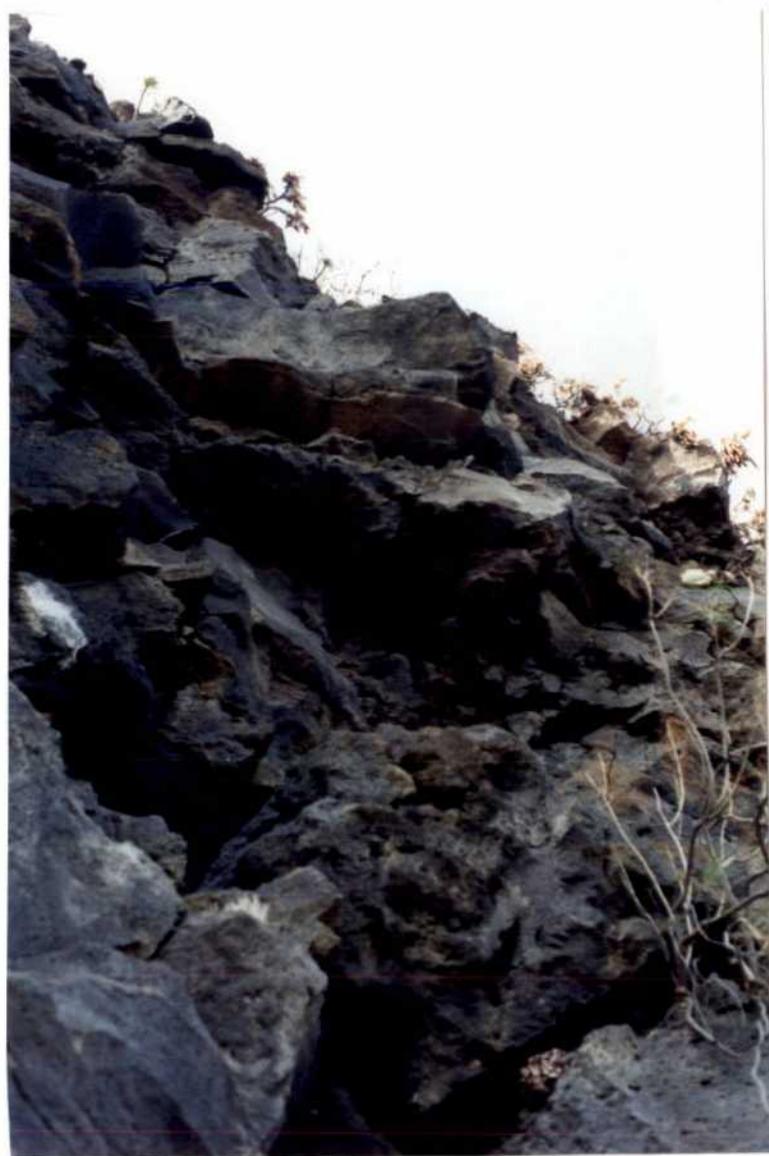
Fotografía nº 13: Detalle de la parte más inestable de la colada 4.



Fotografía nº 14: Bloque muy fracturados e inestables en la colada 5.



Fotografía nº 15: Aspecto del tipo de fracturación en la colada 5.



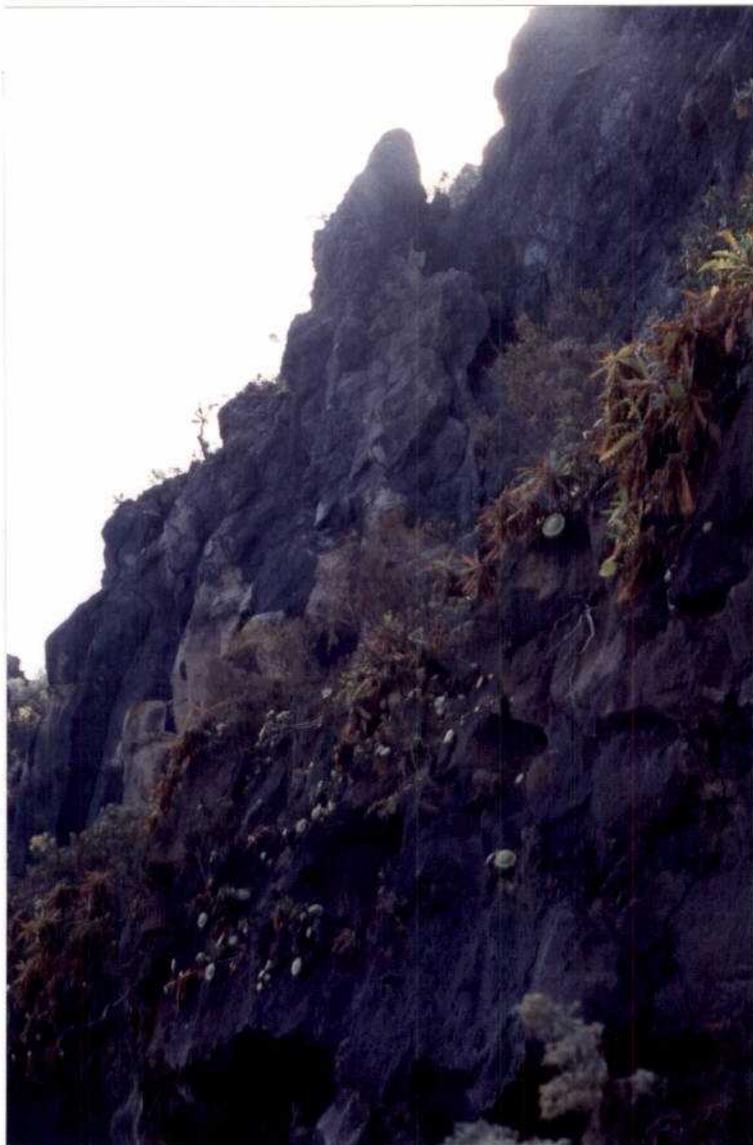
Fotografía nº 16: Aspecto del tipo de fracturación en la colada 5.



Fotografía nº 17: Perfil de la colada 5.



Fotografía nº 18: Perfil de las coladas 4, 5 y 6.



Fotografía nº 19: Intensa fracturación de la colada 6.



Fotografía nº 20: Bloques inestables en la colada 6.

ANEXO II: PLANOS Y PERFILES

Playa San Marcos



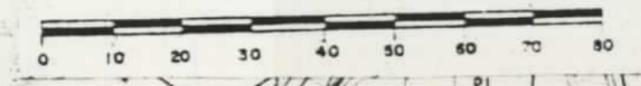
O
C
e
a
n
o

PERFIL 1
PERFIL 2
PERFIL 3
PERFIL 4
PERFIL 5

CALE

Cuevas Aborígenes
Sepulcrales

ESCALA 1:1.000



100

100

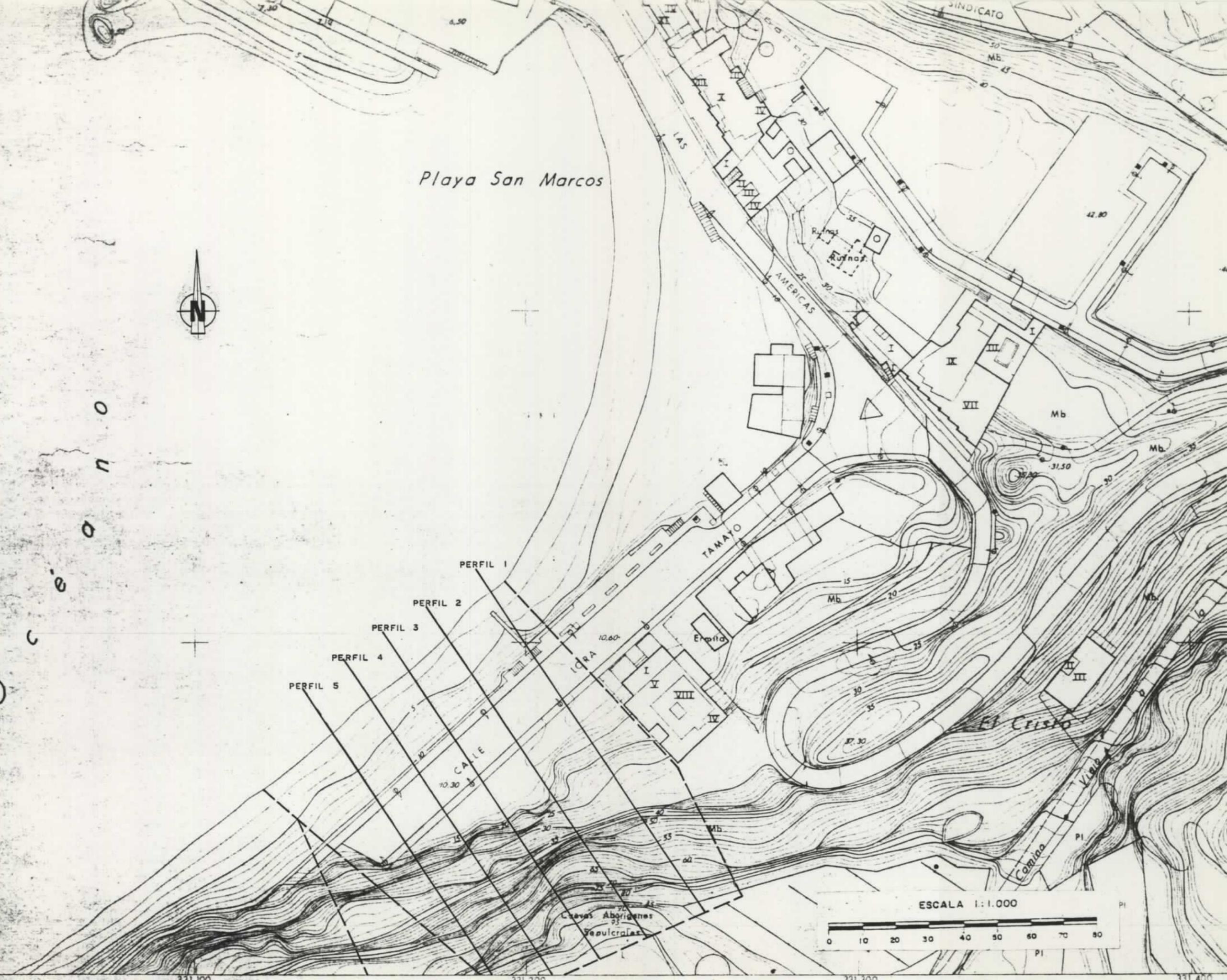
100

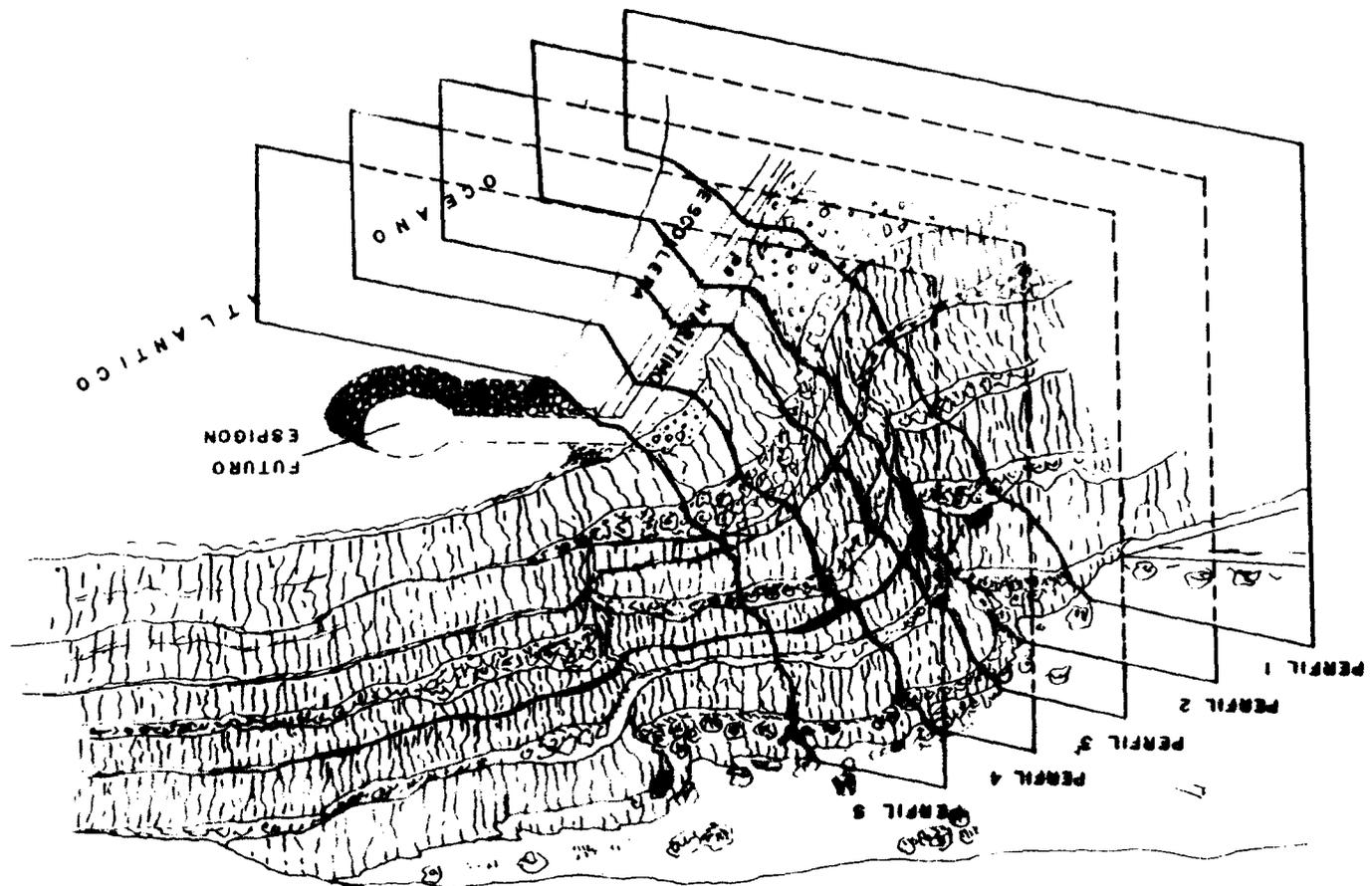
331 100

331 200

331 300

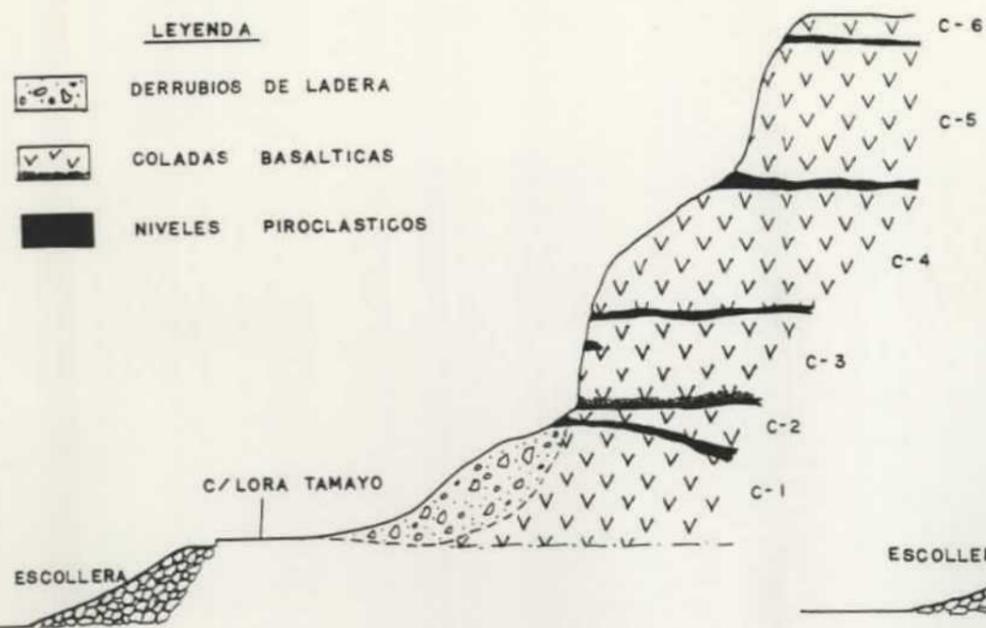
331 400





- LEYENDA**
-  DERRUBIOS DE LADERA
 -  COLADAS BASALTICAS
 -  NIVELES PIROCLASTICOS

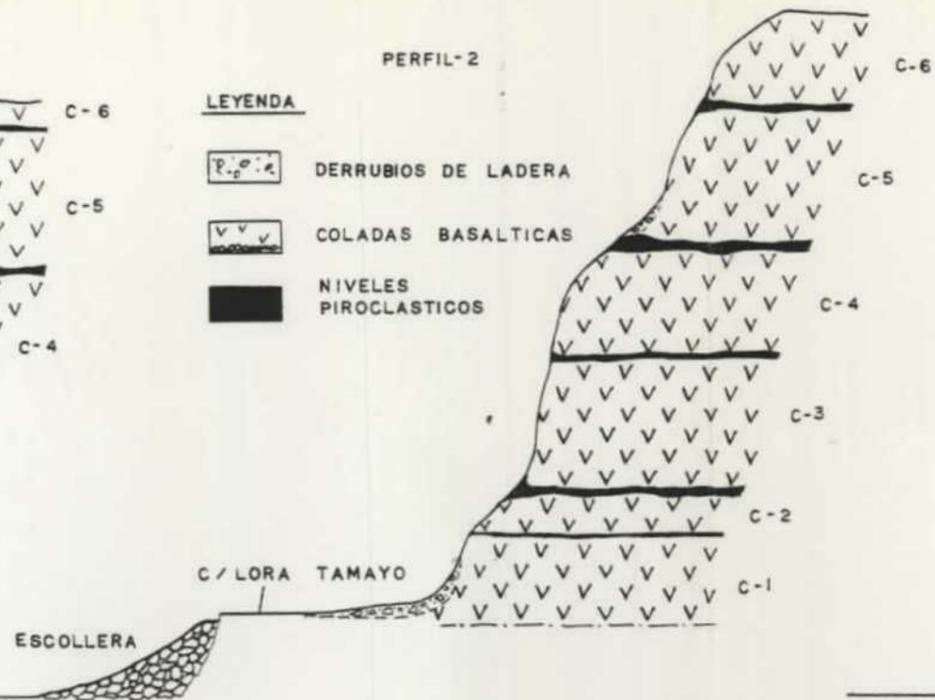
PERFIL-1



LEYENDA

-  DERRUBIOS DE LADERA
-  COLADAS BASALTICAS
-  NIVELES PIROCLASTICOS

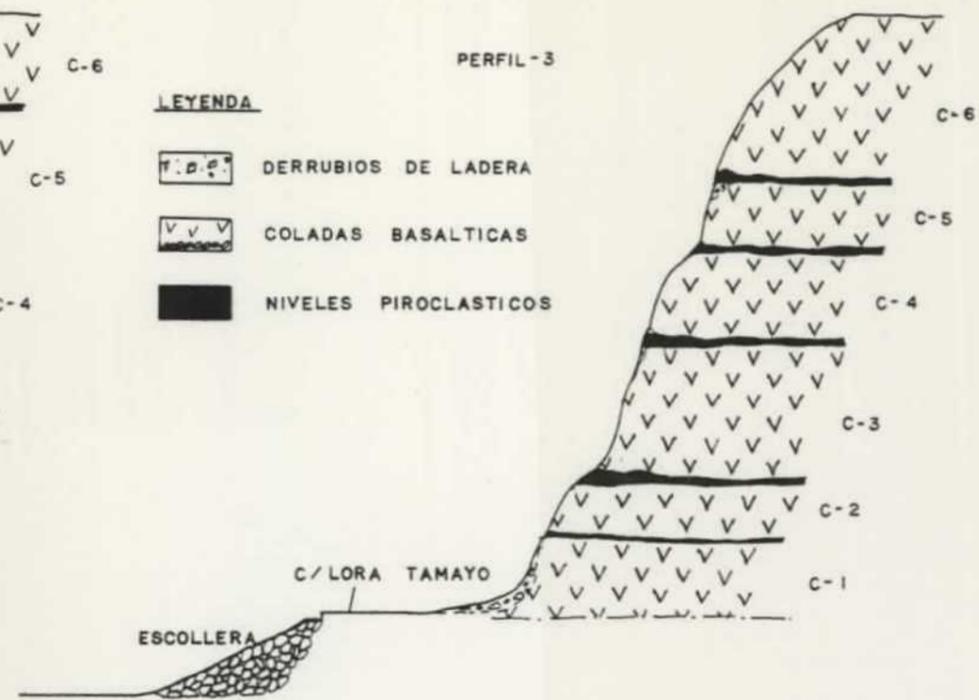
PERFIL-2



LEYENDA

-  DERRUBIOS DE LADERA
-  COLADAS BASALTICAS
-  NIVELES PIROCLASTICOS

PERFIL-3



PERFIL-4

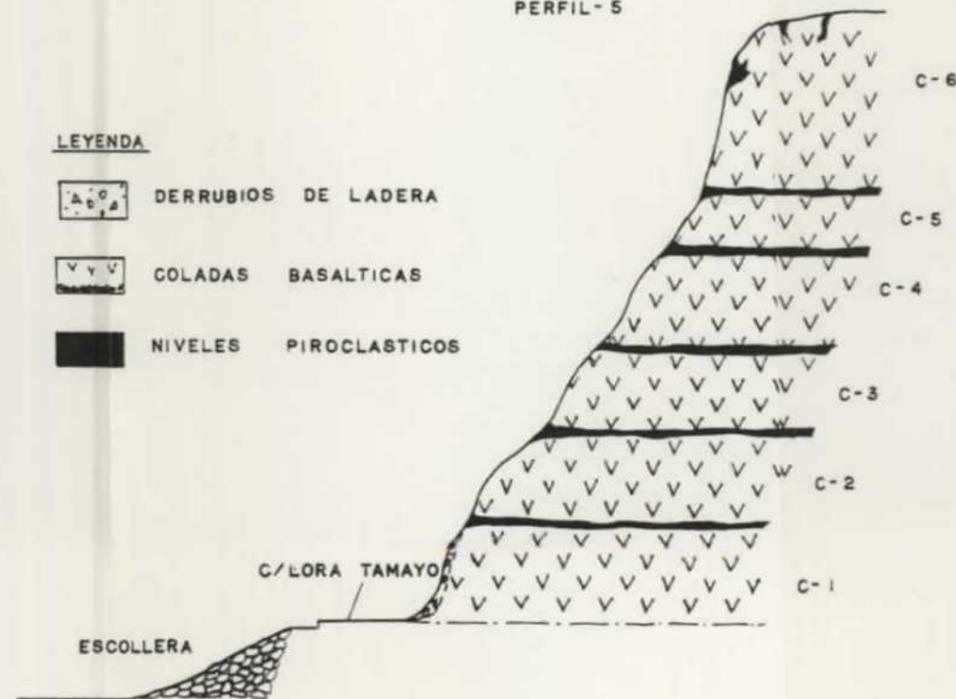
- LEYENDA**
-  DERRUBIOS DE LADERA
 -  COLADAS BASALTICAS
 -  NIVELES PIROCLASTICOS



LEYENDA

-  DERRUBIOS DE LADERA
-  COLADAS BASALTICAS
-  NIVELES PIROCLASTICOS

PERFIL-5



ANEXO III: EVALUACION ECONOMICA
ESTIMATIVA

EVALUACION ECONOMICA ESTIMATIVA

PRESUPUESTO TOTAL

- Estabilización del Nivel I.....10.240.000
- Estabilización del Nivel II.....11.505.000
- Estabilización del Nivel III.....10.030.000

SUMA.....31.775.000

10% IMPREVISTOS..... 3.177.500

Dirección de Obra por perso
nal especializado (10%)..... 3.177.500

SUMA.....38.130.000

12% I.V.A. 4.575.600

SUMA TOTAL.....42.705.600 Ptas.

EVALUACION ECONOMICA DEL NIVEL I:

UNIDADES	CONCEPTOS	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1.500	M ² . de saneo de ladera mediante andamios, de cesta suspendida por grúa (fijo o móvil) utilizando martillo compresor, etc.	500	750.000
5	M ³ . de recalce de bloques inestables con muro de mampostería con los drenajes convenientes.	10.000	50.000
5	M ³ . de sellado de grietas mediante lechada de hormigón.	10.000	50.000
50	Ml. de valla protectora, de railes metálicos. Profundidad de cimentación 0,80 m. Altura de la valla 1,80 m. Vaciado de cimentación mecánicamente y valla soldada.	25.000	1.250.000
2.500	M ² . de malla metálica de alambre de acero galvanizado de triple tensión, sujeto con	3.000	7.500.000
10	M ² . de gunita proyectada sobre la ladera.	4.000	40.000
50	Ml. de bulón.	12.000	600.000
	Reforestación con especies arbóreas (pinos de 100-150 cm. de altura) incluido el agujero manual de 50x50x50 cm., relleno de tierra vegetal, martillo y primer riego.		

SUMA: 10.240.000 Ptas.

EVALUACION ECONOMICA DEL NIVEL II:

UNIDADES	CONCEPTOS	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
2.000	M ² . de saneo de ladera mediante andamios, de cesta suspendida por grúa (fija o móvil) utilizando martillo compresor, etc.	500	1.000.000
5	M ³ . de recalce de bloques inestables con muro de mampostería con los drenajes convenientes.	10.000	50.000
10	M ³ . de sellado de grietas mediante lechada de hormigón.	10.000	100.000
75	Ml. de valla protectora, de railes metálicos. Profundidad de cimentación 0,80 m. Altura de la valla 1,80 m. Vaciado de cimentación mecánicamente y valla soldada.	25.000	1.875.000
2.500	M ² . de malla metálica de alambre de acero galvanizado de triple tensión, sujeta con	3.000	7.500.000
20	M ² . de gunita proyectada sobre la ladera.	4.000	80.000
75	Ml. de bulón.	12.000	900.000
	Reforestación con especies arbóreas (pinos de 100-150 cm. de altura) incluido el agujero manual de 50x50x50 cm., relleno de tierra vegetal, martillo y primer riego.		

SUMA: 11.505.000 Ptas

EVALUACION ECONOMICA DEL NIVEL III:

UNIDADES	CONCEPTOS	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
2.500	M ² . de saneo de ladera mediante andamios, de cesta suspendida por grúa (fija o móvil) utilizando martillo compresor, etc.	500	1.250.000
10	M ³ . de recalce de bloques inestables con muro de mampostería con los drenajes convenientes.	10.000	100.000
20	M ³ . de sellado de grietas mediante lechada de hormigón.	10.000	200.000
-	Ml. de valla protectora, de railes metálicos. Profundidad de cimentación 0,80 m. Altura de la valla 1,80 m. Vaciado de cimentación mecánicamente y valla soldada.	25.000	-
2.500	M ² . de malla metálica de alambre de acero galvanizado de triple tensión, sujeta con	3.000	7.500.000
20	M ² . de gunita proyectada sobre la ladera.	4.000	80.000
75	Ml. de bulón.	12.000	900.000
	Reforestación con especies arbóreas (pinos de 100-150 cm. de altura) incluido el agujero manual de 50x50x50 cm., relleno de tierra vegetal, martillo y primer riego.		

SUMA: 10.030.000 Ptas.