



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

ESTUDIO DE RIESGOS GEOLOGICOS
POR EL DESLIZAMIENTO DE UNA
LADERA EN SAN ESTEBAN DEL VALLE
(AVILA)



I N D I C E

- 1.- INTRODUCCION.
- 2.- SITUACION GEOGRAFICA.
- 3.- DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS DEL DESLIZAMIENTO.
 - 3.1. ENCUADRE GEOLOGICO E HIDROGEOLOGICO.
 - 3.2. CONDICIONANTES METEREOLÓGICOS.
 - 3.3. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS MATERIALES.
 - 3.4. PROBLEMATICA GENERAL.
- 4.- ACTUACIONES PROPUESTAS.
- 5.- PROXIMAS ACTUACIONES.
- 6.- CONCLUSIONES.

A N E X O S

- I: PLANOS Y PERFILES.
- II: ENSAYOS DE LABORATORIO.
- III: FOTOGRAFIAS.
- IV: VALORACION ECONOMICA ESTIMATIVA

Este estudio ha sido realizado por el siguiente equipo:

- D. Francisco Javier Ayala Carcedo.

Ingeniero de Minas.

Director del estudio. I.T.G.E.

- Dña. Mercedes Ferrer Gijón.

Licenciada en CC. Geológicas.

I.T.G.E.

- D. José A. Grao del Pueyo.

Licenciado en CC. Geológicas.

GEONOC, S.A.

El Instituto Tecnológico Geominero de España (I.T.G.E.), ha realizado con la colaboración de GEONOC S.A., un estudio sobre Riesgos Geológicos inducidos por deslizamientos de ladera proximo a la localidad abulense de San Esteban del Valle.

El estudio se enmarca dentro del conjunto de trabajos de investigación que el I.T.G.E. realiza para el control de situaciones inestables del entorno Geológico.

Los trabajos están destinados al analisis de las características del fenómeno, a evaluar el grado de riesgo de la situación y a determinar unas conclusiones y recomendaciones a seguir para la solución del problema. Asimismo se incluye una evaluación económica estimativa de las recomendaciones sugeridas.

Este trabajo se ha realizado en virtud de la asistencia solicitada a este Instituto por la Alcaldía de San Esteban del Valle y por mediación de la Delegación de Industria en Avila.

1.- INTRODUCCION.

San Esteban del Valle es una población abulense situada en la falda Sur de la Sierra de Gredos.

Esta zona presenta un microclima que se caracteriza por precipitaciones muy abundantes.

En la década de los 30 se produjeron "corrimientos de ladera" en otros puntos del Término Municipal, que dieron lugar a varios muertos y desaparecidos.

En la ladera en la que se ha producido el movimiento, aparecen numerosos indicios (Pinos inclinados) de anteriores movimientos del mismo tipo.

En Diciembre de 1989, despues de una época de fuertes lluvias, se produjo el deslizamiento de la ladera en el P.K. 30,500 de la Carretera AV - 913, entre las localidades de San Esteban del Valle y Serranillos. Así pues, se trata de una reactivación de un antiguo deslizamiento de los que existen en la zona.

El 19 de Diciembre, especialistas del I.T.G.E. en compañía de múltiples técnicos de Organismos Oficiales (ICONA, M.O.P.U., etc.) visitan la zona alertados por el Alcalde de San Esteban del Valle.

En esta primera visita ya se adelantaron una serie de actuaciones urgentes a realizar en una primera fase.

Posteriormente se ha vuelto a la zona para recoger los datos necesarios para elaborar el presente informe. En esta segunda visita (4 de Enero) se comprobó la inexistencia de movimiento de la zona deslizada.

2.- SITUACION GEOGRAFICA

El deslizamiento de ladera se localiza en el Término Municipal de San Esteban del Valle (Avila). Esta localidad está situada al SW de la Capital de la Provincia, en la falda Sur de la Sierra de Gredos. Pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Tajo.

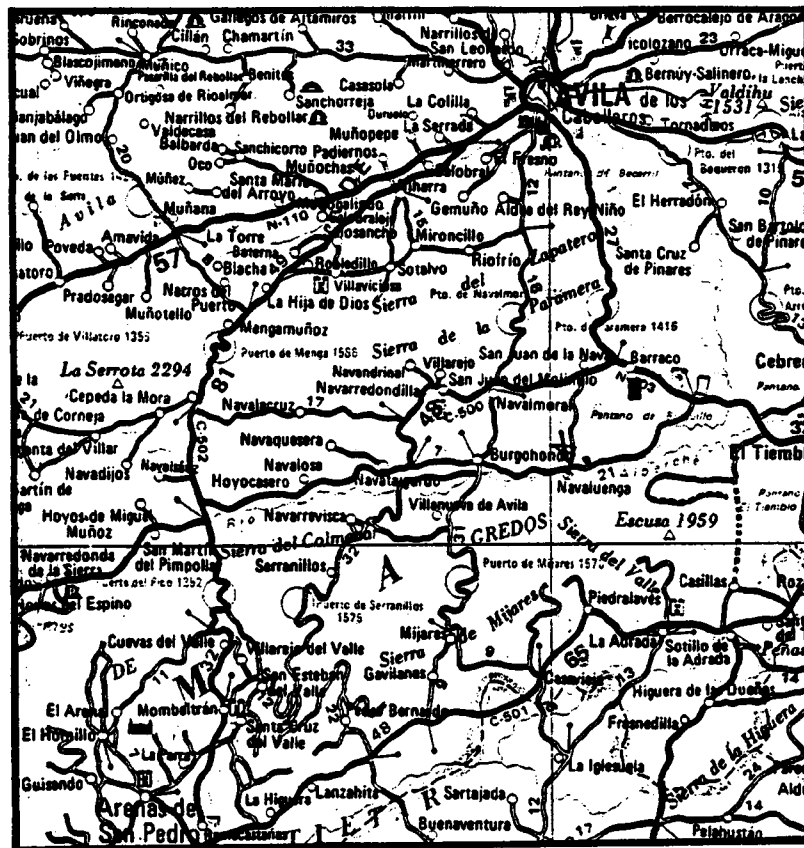
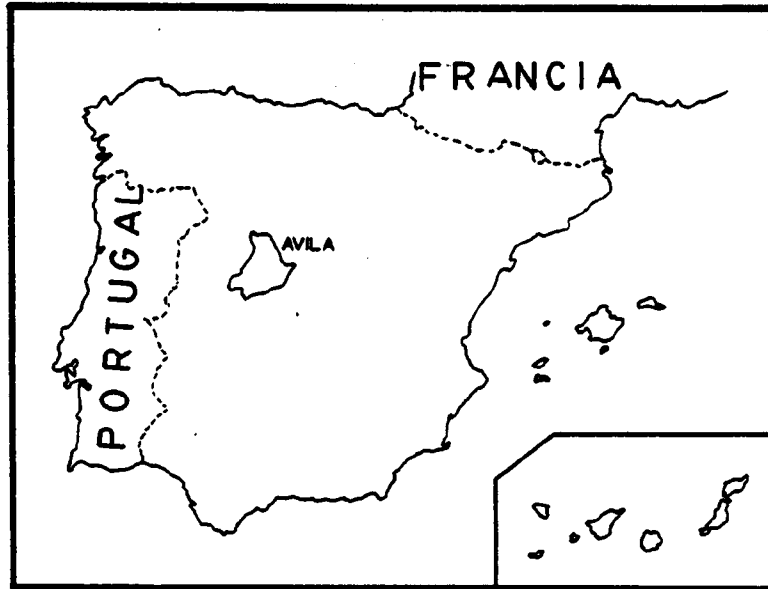
La ladera deslizada se localiza en la carretera AV - 913 en el P.K. 30,500 de la Carretera AV - 913 entre las localidades de San Esteban del Valle y Serranillos.

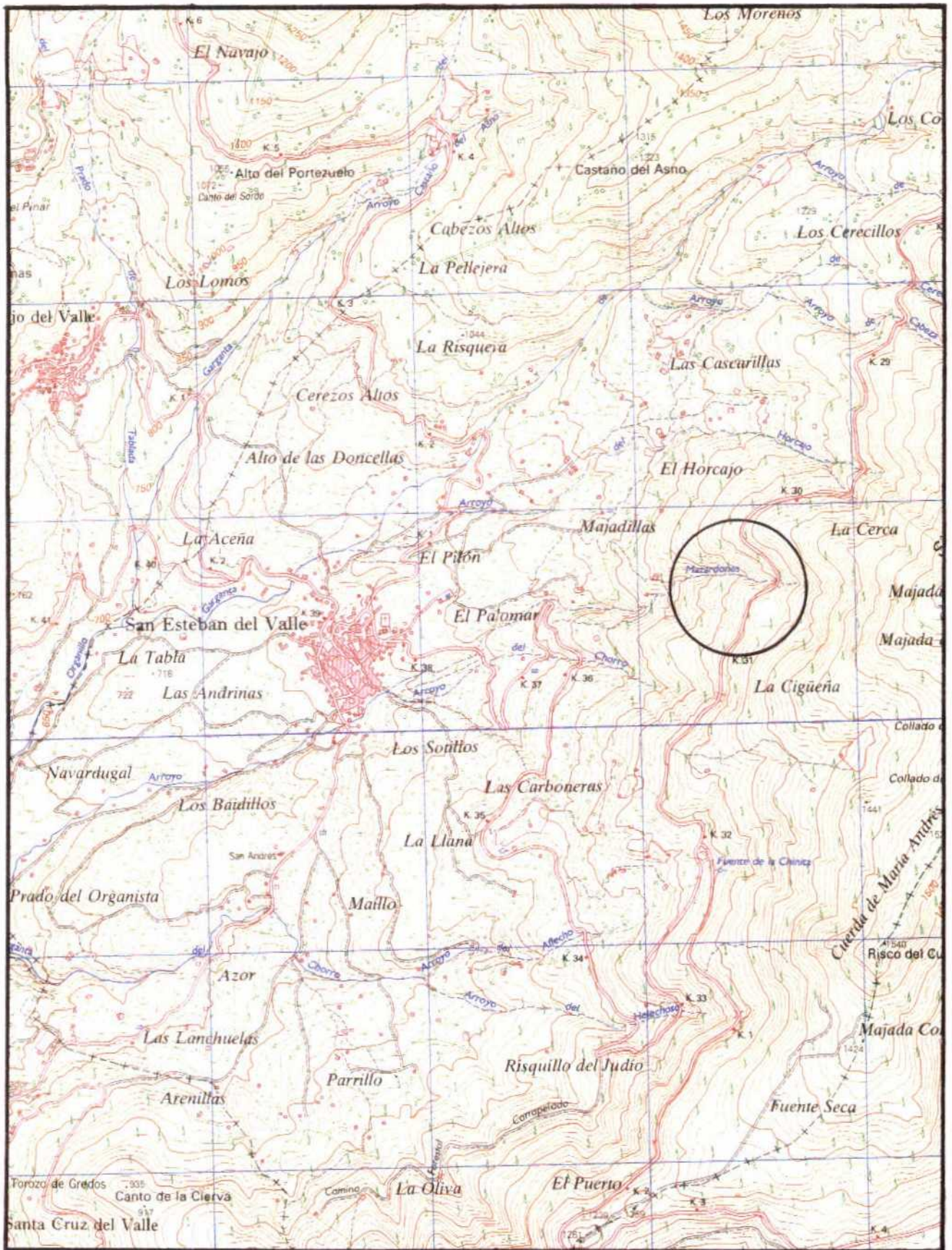
El deslizamiento de ladera se encuentra a una cota topográfica de 1.200 m, a 1,70 Kms. de distancia en línea recta del núcleo urbano de San Esteban del Valle, situado en la cota 811 m.

La zona deslizada se encuentra en la falda W de la Sierra de Cabeza Aguda, en las proximidades del Arroyo Mazardones, en una zona con pinares y castaños.

Se accede a ella a través de la C.N.502 de Avila a Talavera de la Reina (Toledo), con desvío en Mombeltrán por la AV-913, con dirección a San Esteban del Valle y posteriormente a Serranillos.

LOCALIZACION GEOGRAFICA





FUENTE: MAPA TOPOGRAFICO NACIONAL DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

MONBELTRAN

Hoja 578-II



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

3.- DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS DEL DESLIZAMIENTO.

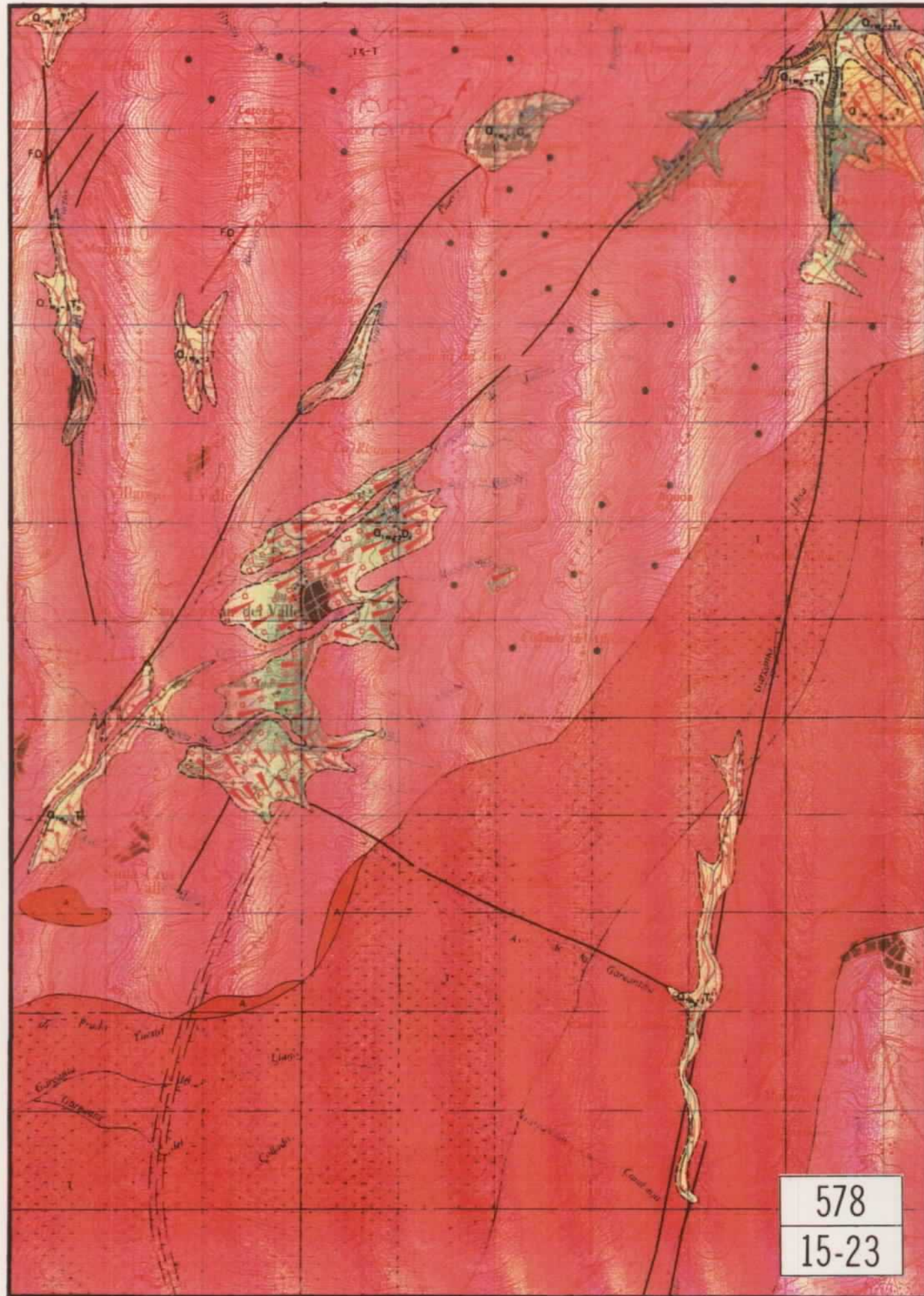
3.1. Encuadre Geológico e Hidrogeológico.

Desde el punto de vista geológico, la localidad de San Esteban del Valle, se enclava sobre un macizo plutónico granítico con abundantes recubrimientos cuaternarios.

Las rocas graníticas presentes en la región son del tipo granito biotítico con megacristales de feldespato potásico, y con cantidades variables de cordierita y moscovita. Ocasionalmente pueden presentar también andalucita y fibras de sillimanita.

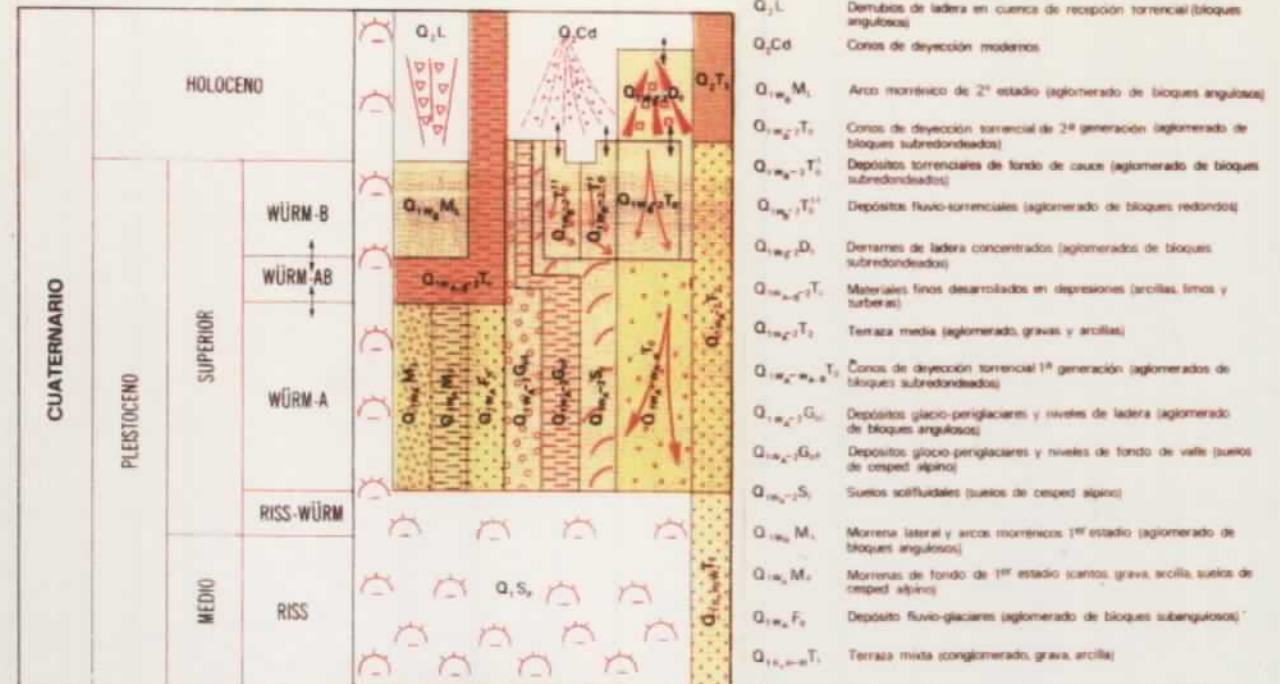
Presentan abundantes enclaves de rocas metamórficas. En la zona estudiada aparece muy alterado, constituyendo un jabre.

Los recubrimientos cuaternarios son abundantes y de todo tipo: depósitos glaciares y periglaciares, fluvioglaciares, fluvio torrenciales, suelos de alteración antiguos, etc. Mas concretamente, la localidad de san Esteban del Valle así como la zona deslizada, se encuentran sobre Derrames de ladera asociados a depósitos torrenciales. Se trata de depósitos mixtos en los cuales se presenta continuidad entre: aglomerados de grandes bloques heterométricos y subredondeados, con matriz de tamaño



578
15-23

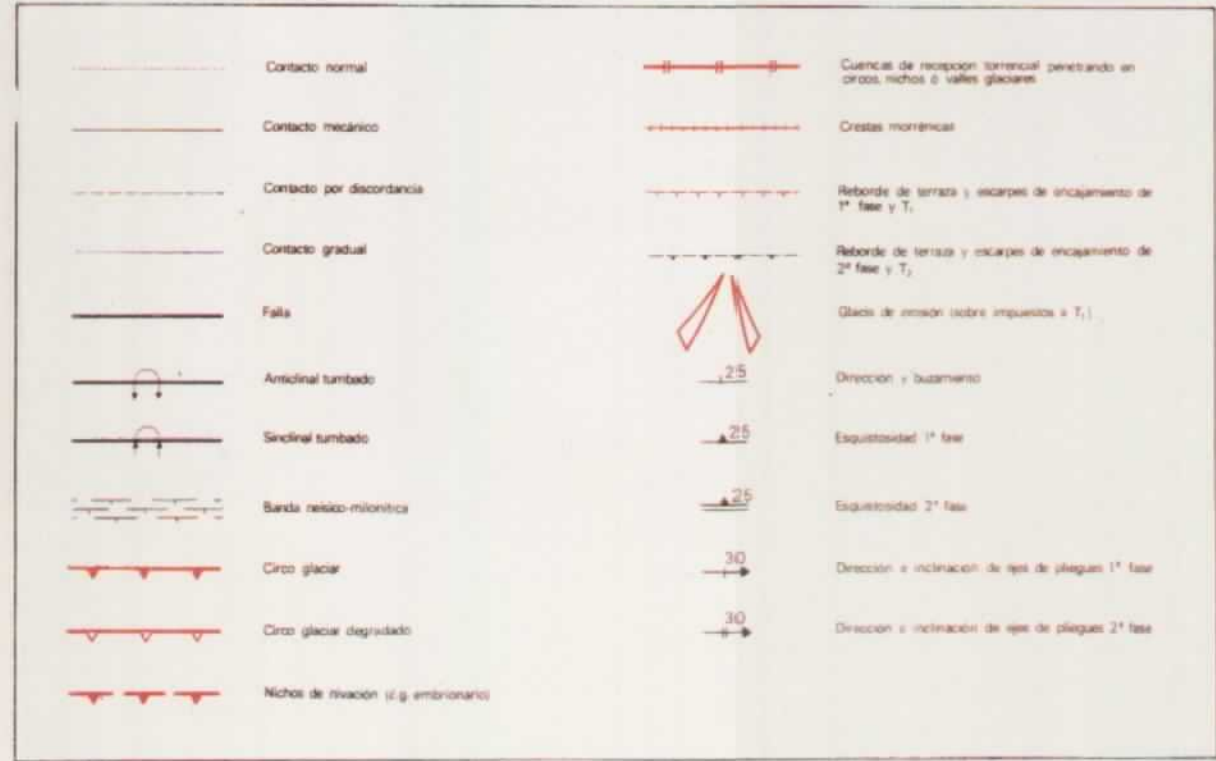
LEYENDA



ROCAS GRANITICAS

- T Granito de dos micas porfídico
- T Granito de dos micas facies equigranular
- A Aplita
- T1-T Granodiorita y granitos biotíticos porfídicos
- Tm Facies no porfídica de dos micas
- Sobrecarga correspondiente a la aparición de primas de cordera
- Sobrecarga correspondiente a la aparición de enclaves y restos metamórficos-migmáticos (psicaitas, metalexitas, diáxitas)

SIGNOS CONVENCIONALES



Escala 1:50.000



Las altitudes se refieren al nivel medio del Mediterráneo en Alicante
Cuadrícula Lambert—Equidistancia de las curvas de nivel. 20 metros
Proyección U.T.M.—Elipsoide Internacional

sefítico que corresponden a conos de deyección de salidas de gargantas torrenciales y depósitos de ladera de mucho menor grado de evolución correspondientes a arrastres de escorrentía difusa y compuestos por materiales fundamentalmente samo-pelíticos con concentraciones de cantos y bloques angulosos. Estos materiales se suelen encontrar cortados por los cauces actuales.

* Desde el punto de vista hidrogeológico se pueden diferenciar 2 comportamientos diferentes:

- El granito es impermeable o semipermeable en zonas diaclasadas, fracturadas o alteradas. En este tramo prácticamente solo existirá escorrentía superficial.

- Los depósitos de ladera son de permeables a muy permeables, y en ellos se infiltran numerosos arroyos, llegando a desaparecer la escorrentía superficial.

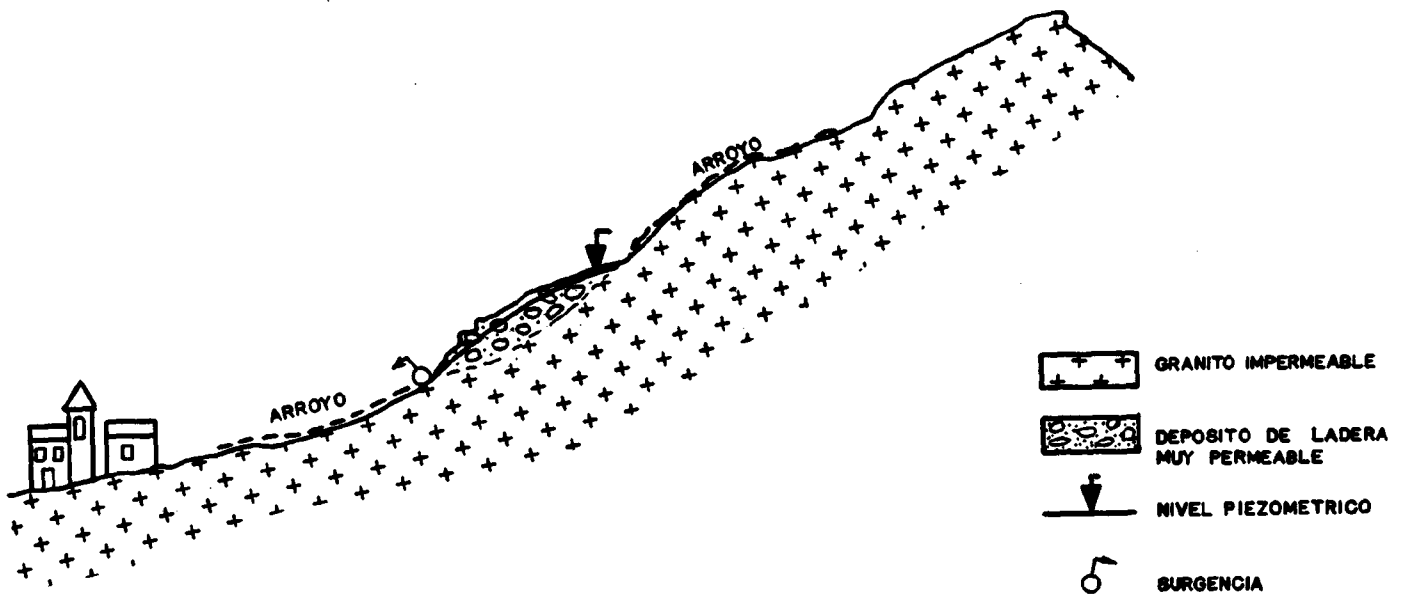


Figura 3.1.1. Croquis de perfil hidrogeológico.

3.2. Condicionantes Metereológicos.

La localidad de San Esteban del Valle presenta un microclima con unas precipitaciones elevadas. En el Observatorio de Santa Cruz del Valle, se ha medido una precipitación media anual para el periodo 1980 - 1985 de 950 mm. Las precipitaciones medias de los meses de Noviembre y de Diciembre son respectivamente 180,9 y 154,5 mm. En el año 1989 se han producido unas precipitaciones durante esos meses de 617,1 y 687,0 respectivamente.

Las precipitaciones máximas en 24 horas han sido:

84,4 mm	-----	18 Noviembre 1989
114,8 mm	-----	16 Diciembre 1989
117,2 mm	-----	25 Diciembre 1989

Como puede observarse, se han producido los días previos al deslizamiento, intensas lluvias que han contribuido a aumentar los factores desestabilizantes que influyen en la ladera.

3.3. Características geotécnicas de los materiales.

En el apartado 3.1 ya se han descrito las litologías involucradas en la inestabilidad objeto del presente estudio. A partir de las muestras tomadas en campo se han realizado en el laboratorio una serie de ensayos encaminados a determinar los parámetros geotécnicos de los materiales. Estos datos se han completado con valores extraídos de tablas bibliográficas.

* GRANITO METEORIZADO

Desde el punto de vista geotécnico no suelen presentar problemas de estabilidad, salvo pequeños deslizamientos superficiales de taludes muy inclinados. Su resistencia al corte es mucho mayor que la de los recubrimientos cuaternarios.

A estos materiales se le pueden asignar los siguientes parámetros geotécnicos (estimados) (1):

$$\gamma = 2,50 - 2,60 \text{ T/m}^3$$

$$C = 1 - 13 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\varphi = 41 - 62^\circ$$

$$E = 1.000 - 230.000 \text{ Kgs/cm}^2$$

* DEPOSITOS DE LADERA Y TORRENCIALES.

Las muestras se han tomado en el escarpe de coronación del deslizamiento I (D-1) y del deslizamiento III (D-3) (ver apartado 3.4.).

(1) Extraído de JIMENEZ SALAS et al: "Geotécnia y Cimientos Vol 1"

Estos materiales presentan una gran variabilidad granulométrica, por lo que sus parámetros geotécnicos van a ser asimismo muy variables. En general se trata de grandes bloques envueltos por una matriz arenolimososa.

La estimación de las propiedades mecánicas de estos depósitos, tropieza con dificultades por el tamaño de los bloques que excluyen cualquier ensayo convencional de laboratorio. Con las muestras tomadas en campo se han realizado ensayos de identificación.

Las granulometrías efectuadas han dado los siguientes valores:

Gravas : 12,8 - 19,6 %

Arenas : 58,3 - 58,7 %

Finos : 21,7 - 28,9 %

Son de preveer zonas con mayor acumulación de finos (40 %).

Se han realizado ensayos de límites de Atterberg que han resultado "no plástico" (Limos de baja plasticidad: ML).

A estos valores, se le pueden asignar los siguientes parámetros geotécnicos (1):

PICO	$\gamma = 2,00 \text{ T/m}^3$ $\psi' = 28^\circ$ $C' = 3 \text{ T/m}^2$
------	---

RESIDUAL	$\psi' = 22^\circ$ $C' = 0 \text{ T/m}^2$
----------	--

Por tratarse de la reactivación de un paleodeslizamiento, el material deslizado presenta condiciones residuales.

3.4. Problemática general.

La carretera local AV- 913 en el P.K. 30,500 está afectada por varios deslizamientos de ladera. La situación de estos deslizamientos aparece en el plano I existente en los anexos.

(1) Según el GRUNDBAV TASCHENBUCH, 3ª ED. 1ª Parte 1980

* El deslizamiento I constituye el principal y fue el que ocasiono el cierre de la carretera. Constituye un deslizamiento de un coluvión, con un escarpe en coronación de 1,50 metros. La cabecera del deslizamiento coincide con la carretera AV-913 que ha quedado fuera de servicio. La morfología del deslizamiento es una cuchara típica. No se ha podido determinar la profundidad de la superficie de rotura; se ha estimado que no es muy profunda por tratarse de un recubrimiento cuaternario que no debe tener mucho espesor (< 10 mts.), ya que aflora el granito meteorizado en las proximidades de la zona deslizada. Este dato deberá ser confirmado con sondeos antes de acometer las medidas correctoras.

Las características y dimensiones principales de este deslizamiento son las siguientes:

- Longitud máxima = 115 m.
- Anchura media..... = 40 m.
- Pendiente media de las laderas..... = 33°
- Escarpe en coronación = 1,50 m.

En las proximidades del pie del deslizamiento aparecen abombamientos en el terreno, con pinos. Algunos de estos pinos están inclinados (Fotografía 4) lo que indica que es una reactivación de un paleodeslizamiento que ya tuvo movimiento en otra época. Esto indica que la resistencia del terreno es menor (Parámetros geotécnicos de Cohesión y Angulo de Rozamiento Interno residuales), ya que la superficie de rotura del deslizamiento se ha producido con anterioridad, y en la actualidad se trata de una reactivación del movimiento.

Por encima de este deslizamiento, en el talud abierto por la carretera, se han encontrado grietas de tracción (Fotografía 8) que indican que dicho talud se encuentra con un factor de seguridad F , muy cercano a 1 (con $F < 1$ se produce el deslizamiento).

En esta zona aparece un gran bloque que deberá ser saneado (Fotografía 9), y que se ha deslizado al desviar unos arroyos en una primera fase de actuaciones (se abrieron zanjas con una retro).

En el escarpe de la coronación aparece una alcantarilla con una tubería de 40 cms de diámetro, que vierte agua a la zona

deslizada.

* El deslizamiento II se encuentra aproximadamente a 50 metros al NE del I. Constituye un deslizamiento similar al antes citado, pero no ha llegado a progresar y tan solo han aparecido unas grietas de tracción en la coronación, afectando a la carretera en un tramo de 36 m.

No se ha llegado a producir ningun escarpe en la cabecera. Las grietas de tracción tan solo se han localizado en la carretera (coronación), y no se han podido observar en la ladera, en la que existe una tupida vegetación. El deslizamiento afecta asimismo a depósitos de ladera y torrenciales (Cuaternarios).

Las dimensiones y características principales de este deslizamiento son las siguientes:

- Longitud máxima = 36 m.
- Pendiente media de la ladera..... = 32°
- Escarpe en coronación = 0

No se ha llegado a producir ningún desplazamiento, pero si las intensas lluvias hubieran continuado y no se hubieran desviado los arroyos en las zona alta, sin duda habría progresado, deslizando la ladera.

* El deslizamiento III esta localizado aproximadamente 100 m. al NE del deslizamiento II. Se trata de un deslizamiento del talud existente justo por encima de la carretera.

Afecta al mismo material que a los 2 deslizamientos anteriores (derrubios de ladera depósitos torrenciales) y no ha llegado a incidir a la carretera.

Este deslizamiento presenta las siguientes características:

- Longitud máxima = 30 m.
- Anchura media..... = 27 m.
- Pendiente media de las laderas..... = 33°
- Escarpe en coronación = 2 m.
- Volumen de material deslizado (aproximado).. = 3.000 T.

La profundidad de la superficie de rotura parece ser poca, tanto porque aflora granito alterado muy cerca de la inestabilidad, como por las propias dimensiones del deslizamiento.

* Los factores implicados y desencadenantes de los deslizamientos y movimientos observados en la zona son los siguientes:

* Las fuertes pendientes de las laderas, y del talud de la carretera, superiores a 30° en todos los casos.

* Las fuertes precipitaciones registradas durante los meses de Noviembre y Diciembre, superiores de 3 a 4 veces a las lluvias medias en esta zona. Dada la alta permeabilidad de los depósitos de ladera, la infiltración es muy elevada, subiendo el nivel freático en dichos materiales. Esta infiltración influye decisivamente en el movimiento del material puesto que afecta a las propiedades y características del mismo. Por una parte disminuye la resistencia del terreno (ya de por sí baja al encontrarse en condiciones residuales por tratarse de la reactivación de un paleodeslizamiento), y además aumenta la densidad.

De esta manera, en la ladera, que presenta un Factor de Seguridad próximo a 1, una elevación del nivel freático produce una disminución de dicho Factor de Seguridad, y cuando es menor a 1 se produce la rotura de la ladera (deslizamiento).

El día 16 de Diciembre, pocos días antes de producirse el deslizamiento principal, se registraron 114,8 litros por metro cuadrado.

4.- ACTUACIONES PROPUESTAS.

Durante la visita técnica efectuada el 19 de Diciembre, se observó ya que se habían tomado algunas medidas. Dichas medidas consistían en la realización de unas zanjas y cunetas, con objeto de desviar unos arroyos que discurrían por la zona deslizada.

Estas medidas eran insuficientes, ya que seguía circulando agua por el deslizamiento. Este agua provenía en gran parte de la infiltración de 2 arroyos por una plataforma abancalada situada por encima del deslizamiento principal, y que surgía más abajo en las proximidades del escarpe de dicho deslizamiento.

Con el fin de evitar el aporte de agua a la zona deslizada (tanto escorrentía superficial como subterránea), se sugirió el desvío de 2 arroyos (aguas arriba de los que ya se habían efectuado), desviando la escorrentía a ambas márgenes del deslizamiento. Esta medida ha resultado efectiva ya que el 25 de Diciembre se registraron 117,2 litros por metro cuadrado, y en una segunda visita técnica realizada a la zona a principios de Enero, no se detectó ningún desplazamiento o movimiento de la zona deslizada.

Estas zanjas abiertas deberán sustituirse por unas cunetas de hormigón, cuyo costo y trazado aparece en los anexos.

Asimismo se sugirió como actuación urgente, la colocación de una serie de hitos o estacas alineadas que pudieran detectar un avance o bien una reactivación del movimiento del deslizamiento.

Lo ideal sería el levantamiento topográfico de toda la zona deslizada, con varias estaciones hormigonadas.

Estas estacas deberán colocarse de la manera expuesta en el siguiente croquis:

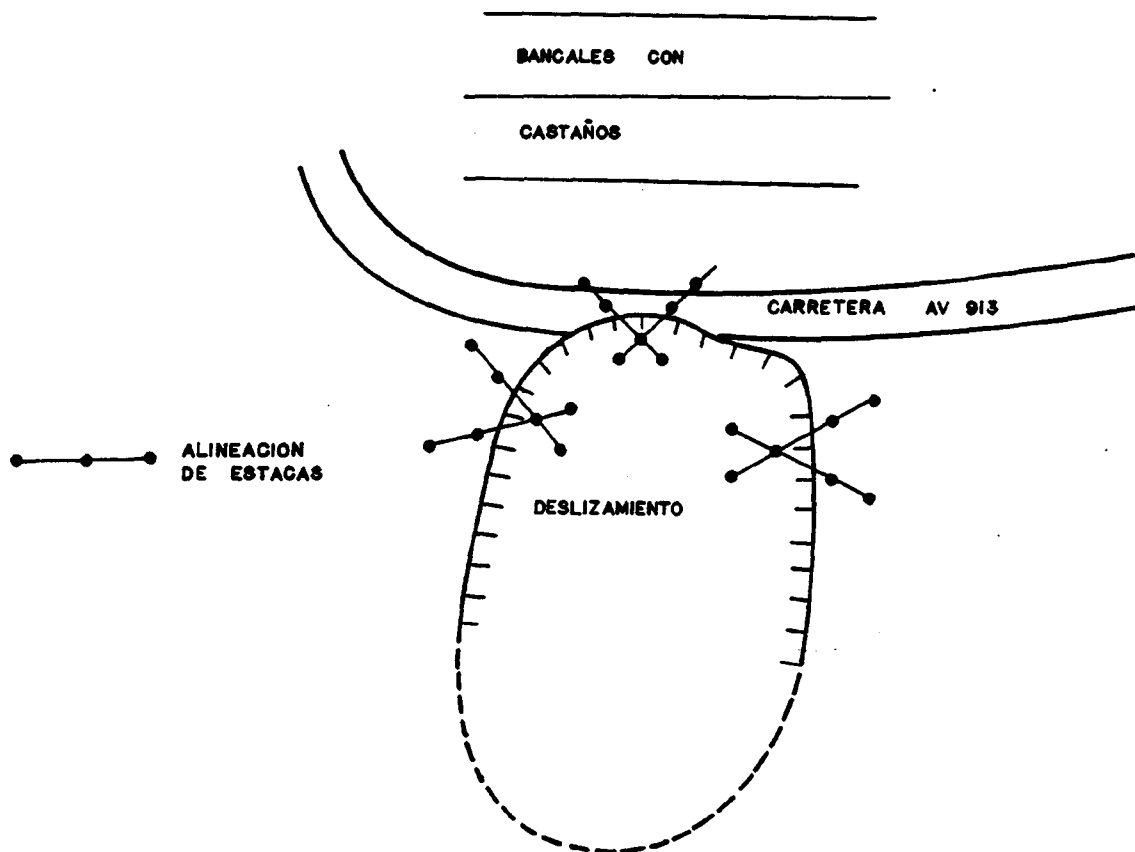


Figura 4.1. Esquema con colocación de estacas.

5.- PROXIMAS ACTUACIONES.

Las medidas correctoras que se describen a continuación consisten en drenajes, tanto superficiales como profundos, ante la imposibilidad de modificar la geometría del talud con el fin de obtener una nueva configuración que resulte estable (P.Ej.:reducción de la alta pendiente de la ladera, instalación de un tacón, etc.).

Estas actuaciones deberán llevarse a cabo además de las ya mencionadas en el apartado 4.

La corrección de taludes mediante medidas de drenaje tiene por objeto reducir las presiones intersticiales que actúan sobre la superficie del deslizamiento, lo que aumenta su resistencia, y disminuye el peso total, y por tanto las fuerzas desestabilizadoras.

Antes de decidirse por un sistema de drenaje semiprofundo (zanjas drenantes) o profundo (drenes californianos) será necesario realizar 2 sondeos mecánicos en la zona deslizada que definirán el espesor del recubrimiento cuaternario, y la superficie de rotura así como y el nivel freático. Se dejará instalado en ellos

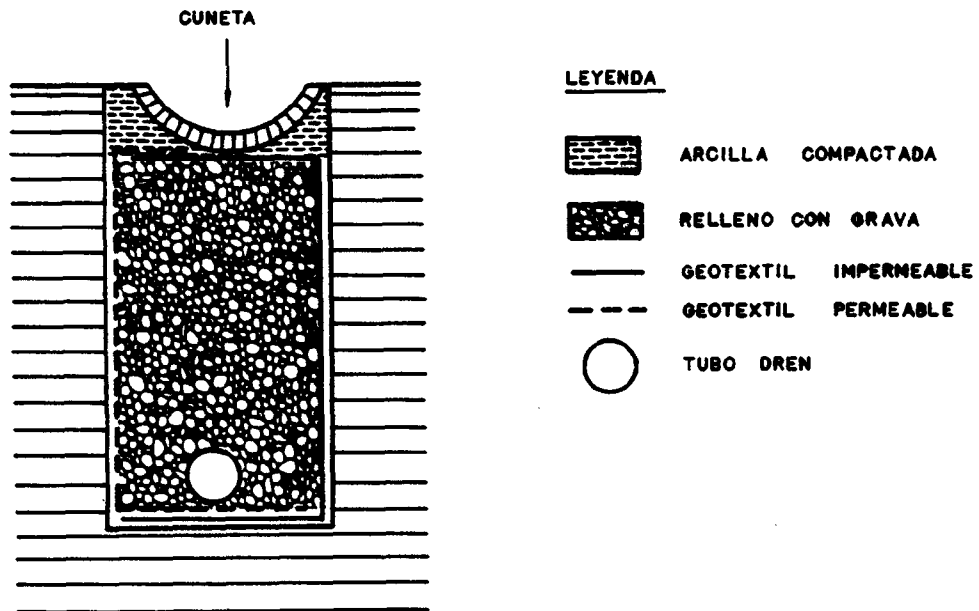
tubería piezométrica.

Si el espesor del recubrimiento cuaternario es menor a 5 metros se instalarán zanjas drenantes de esa profundidad (o menor si el granito aparece a menos profundidad). Las características de esta actuación aparecen en el apartado 5.2.1. Si el espesor de recubrimiento es mayor a 5 metros se realizarán drenes horizontales o californianos, según las especificaciones descritas en el apartado 5.2.2.

5.1. INSTALACION DE UN DRENAJE PERIMETRAL Y UNA CUNETAS EN LA CABECERA DE LOS DESLIZAMIENTOS I y II.

El objeto de esta medida sera la prevención contra futuras infiltraciones en la masa deslizada, ya sean procedentes de escorrentía superficial o subterránea. La ubicación de este drenaje perimetral, en la cuneta interna de la carretera, aparece el plano II de los anexos.

Sería deseable que la profundidad de la zanja alcanzara la roca (granito alterado). En caso contrario la profundidad sería de 5,00 mts.



La sección transversal aparece en la figura (5.1.1.)

La pared de aguas abajo (la más próxima a la zona deslizada) deberá impermeabilizarse con un geotextil impermeable, y la pared de aguas arriba deberá proveerse de un geotextil permeable que actue como filtro.

El relleno de la zanja se realizará por tongadas de 20 cm. de espesor con grava procedente de machaqueo de tamaño comprendido entre 2 y 3 cm. Una vez concluido el relleno se procederá a compactarlo mediante rodillo vibratorio.

Se completará con un tubo de hormigón poroso en el fondo de la zanja drenante.

En la parte superior de la zanja, se instalará una cuneta que desvíe la escorrentía superficial.

Estos drenes acabarán en un colector que cruzará la carretera y conducirá el agua captada lejos de las zonas inestables.

5.2. DRENAJE DE LA MASA DESLIZADA.

5.2.1. ALTERNATIVA DE DRENAJE SEMIPROFUNDO: ZANJAS DRENANTES.

Cuando el espesor del coluvión sea menor de 5 metros se realizarán un sistema de drenaje semiprofundo. para la captación y conducción de aguas del subsuelo así se consigue el rebajamiento del nivel freático. con ello se procurará detener los movimientos de la ladera.

Para tal fin se ha diseñado un sistema de drenes lineales que confluyen en un colector central con sus correspondientes arquetas en los puntos de unión. El esquema del mismo se ha representado en planta en el plano III de los anexos con medidas correctoras.

El diseño del sistema de drenajes se ha realizado en forma conocida como "espina de pez". Compuesto por un colector central al que van a confluir seis drenes lineales. El colector central se ha situado adaptándose a una línea descendente, con pendientes adecuadas. Discurre a una profundidad media de 5,00 metros.

A continuación se describen los elementos del sistema:

- El COLECTOR o conducto drenante recibe el agua del sistema de drenaje y la conduce a un punto topográficamente bajo.

Su sección corresponde al mismo esquema que en el SISTEMA DRENANTE LINEAL, con las salvedades:

1.- Como regla general tenderá a ir en una cota ligeramente inferior para favorecer en las arquetas de registro una diferencia de nivel que impida un posible efecto de revoco que provoque un efecto inverso al deseado, con infiltración de agua a través de la tubería porosa al terreno en el punto de unión al colector. Como regla general la diferencia de nivel estará entre 20 y 30 cm.

2.- La tubería , siendo del mismo diámetro, será de hormigón no poroso.

3.- El relleno de la zanja no será con gravas seleccionadas. Se utilizará el mismo producto de las excavaciones, en tongadas entre 30 y 40 cm. bien apisonadas.

- DRENES LINEALES (SISTEMA DRENANTE LINEAL).

Estarán compuestos por una serie de tubos unidos entre sí con capacidad para admitir el paso de agua a través de sus paredes, asentados en una zanja de profundidad en torno a los 5 m. sobre un lecho de arena de 20 Cm. y envueltos en material granular filtrante.

Opcionalmente se podrá colocar un geotextil permeable entre las paredes de la zanja y el relleno mismo. El relleno de los drenes, una vez instalados los tubos drenantes, se hará con grava seleccionada con tamaño entre 2 y 5 cm. hasta 0,20 - 0,30 m. de la superficie. Los últimos 20 - 30 cm. se rellenarán de tierra arcillosa en dos tongadas bien compactas para evitar el arrastre de finos sobre el material filtrante.

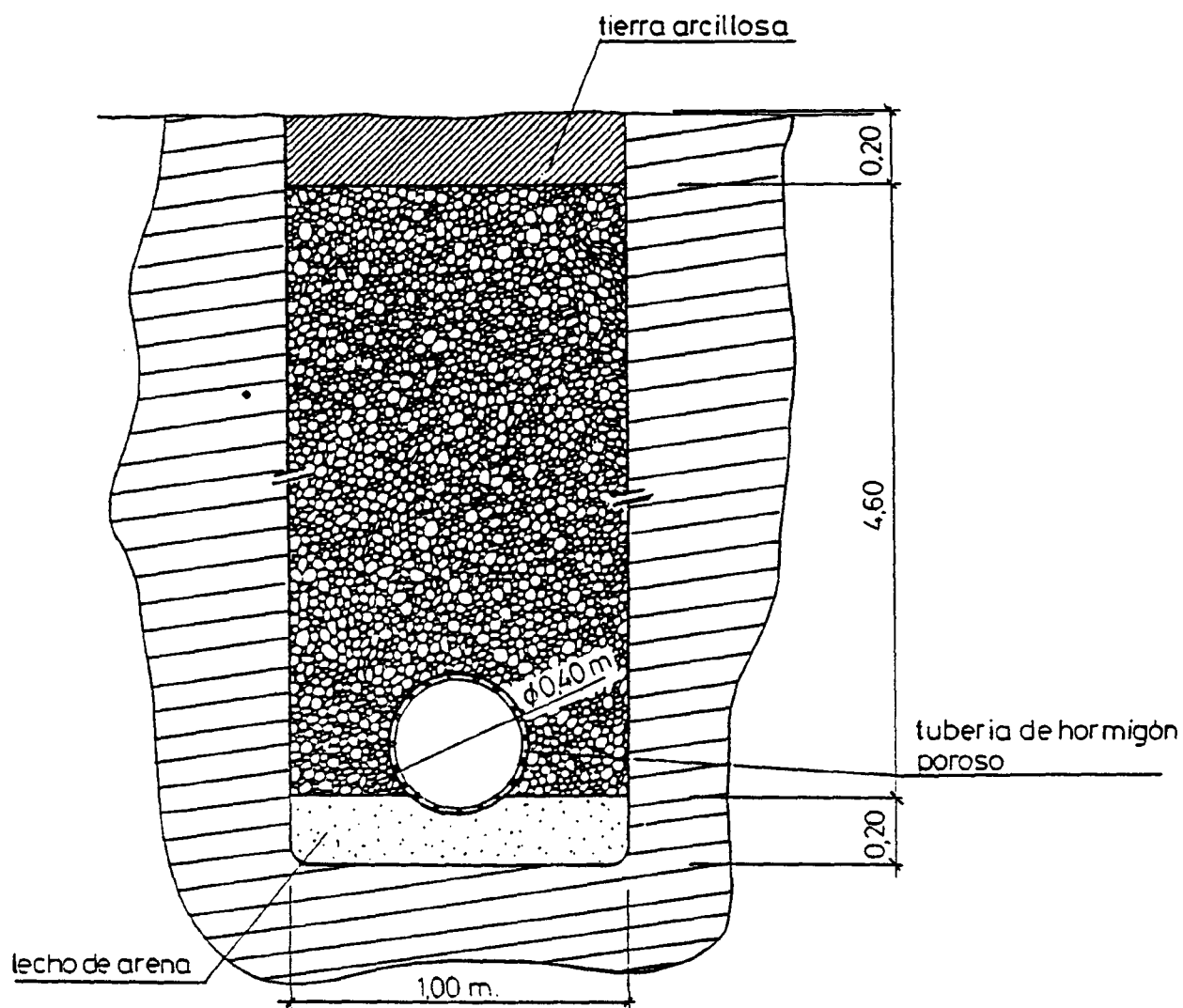
La figura 5.2.1.1. representa un corte de los drenes lineales.

- ARQUETAS.

Como elementos de unión entre drenes lineales y el colector central de desagüe, y en cambios de dirección y pendiente, se plantean 3 arquetas de registro y ventilación desde las que se podrá llevar un control directo de las condiciones tanto del colector como del sistema drenante.

La figura nº 5.2.1.2. representa en corte y planta la disposición relativa de los elementos. Se propone un pozo de registro circular de profundidad en torno a 5,50 m. y de 1,20 m. de diámetro.

CORTE TRANSVERSAL DEL SISTEMA DE DRENAJE LINEAL



ESCALA 1:20

FIGURA 5.2.11.

Como se especificó en la instalación de los drenes lineales, éstos, en sus uniones al colector, se situarán entre los 20 y 30 cm. del nivel de base que establece el colector central con el fin de establecer una diferencia de cota que haga imposible el paso a través de las uniones desde el colector a los drenes laterales.

La tapa será metálica perforada a fin de favorecer la ventilación de los drenes (NTE: "ASD-Drenajes y Avenamientos". 1987).

- OBRA DESAGUE.

El agua captada mediante los drenajes antes descritos se analizará fuera de la zona deslizada, vertiendola en alguno de los arroyos colindantes.

5.2.2. ALTERNATIVA DE DRENAJE PROFUNDO: DRENES HORIZONTALES.

Si el recubrimiento cuaternario es de más de 5 metros de espesor, el drenaje de la masa deslizada se realizará mediante drenes californianos. Consisten, como se aprecia en la figura 5.2.2.1., en taladros de pequeño diámetro aproximadamente

ARQUETA REGISTRO DEL SISTEMA DRENANTE

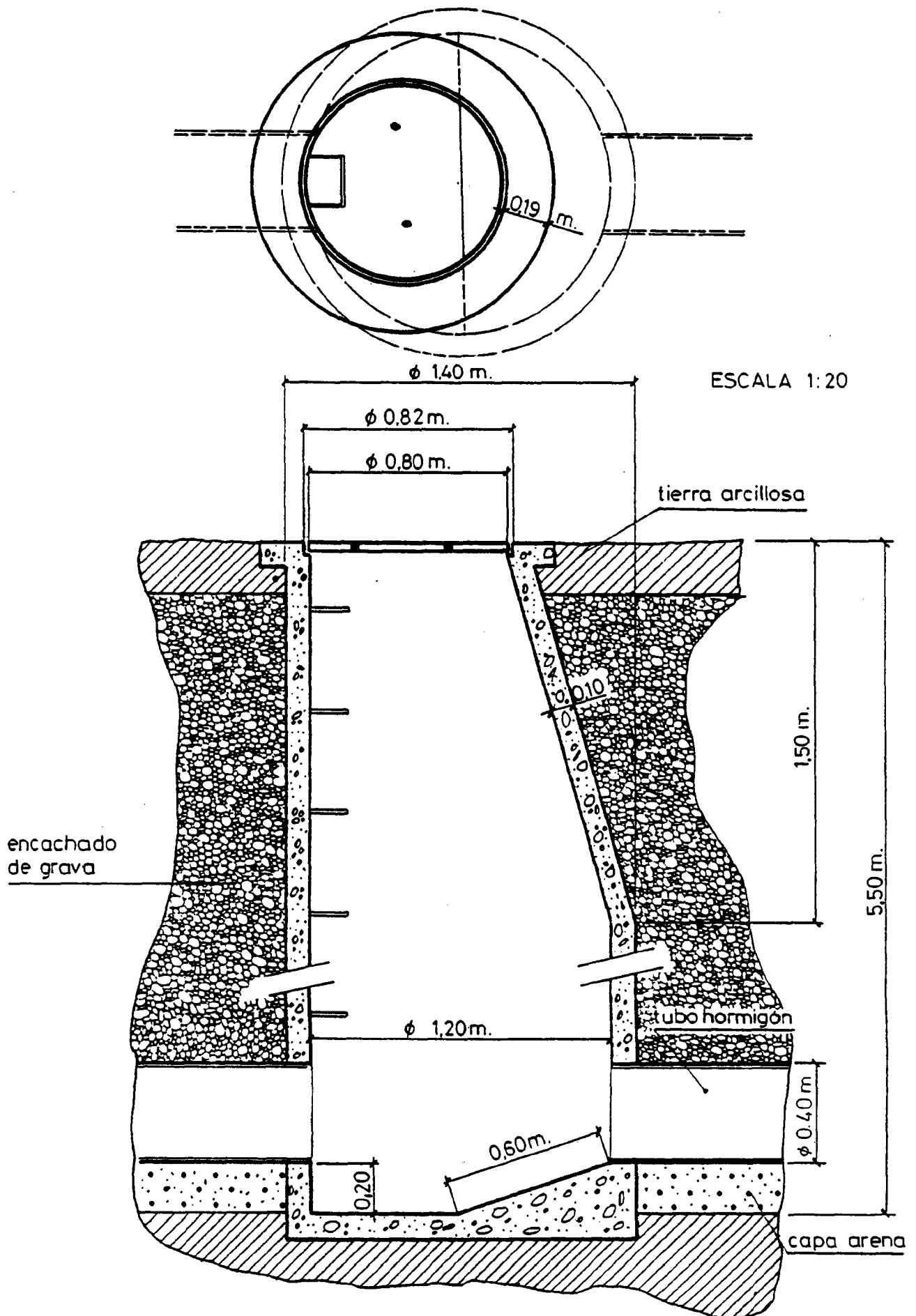


FIGURA 5.2.1.2.

horizontales (5-10°), que parten de la superficie del talud y que están generalmente contenidos en una sección transversal del mismo.

Se dispondrán varios niveles de drenes con intervalos de 15 m. en vertical y comenzando desde el pie del talud.

El diámetro de los taladros podrá oscilar entre 10 y 15 cm. y su espaciado será de 10 metros.

Con objeto de permitir el drenaje por gravedad, los drenes se disponen subiendo desde el talud con un ángulo generalmente comprendido entre 5 y 10°.

Es importante que los drenes horizontales se mantengan libres de materiales que pudieran reducir su sección, pues en caso contrario su efectividad puede verse disminuida hasta en un 75%.

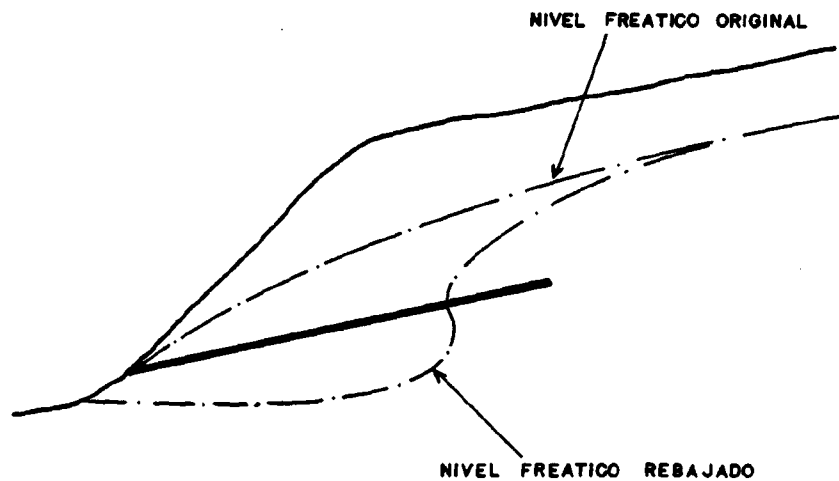
Para ello pueden limpiarse periódicamente inyectando aire a presión o agua, y en todos los casos será necesario instalar revestimientos perforados de PVC.

La longitud de estos drenes dependerá del espesor del recubrimiento cuaternario (depósitos de ladera y torrenciales).

En resumen, se colocarán 3 filas de drenes (a 3 alturas distintas) y 3 drenes por fila (En total 9). La disposición aparece en el plano II de los anexos.

El agua captada por estos drenajes se canalizará y conducirá fuera de la zona deslizada.

Sera necesario realizar unos accesos para trasladar la máquina perforadora a la zona deslizada.



DREN HORIZONTAL O CALIFORNIANO

MEDIDAS CORRECTORAS DEL DESLIZAMIENTO DE S. ESTEBAN DEL VALLE (AVILA)

DRENAJE PROFUNDO

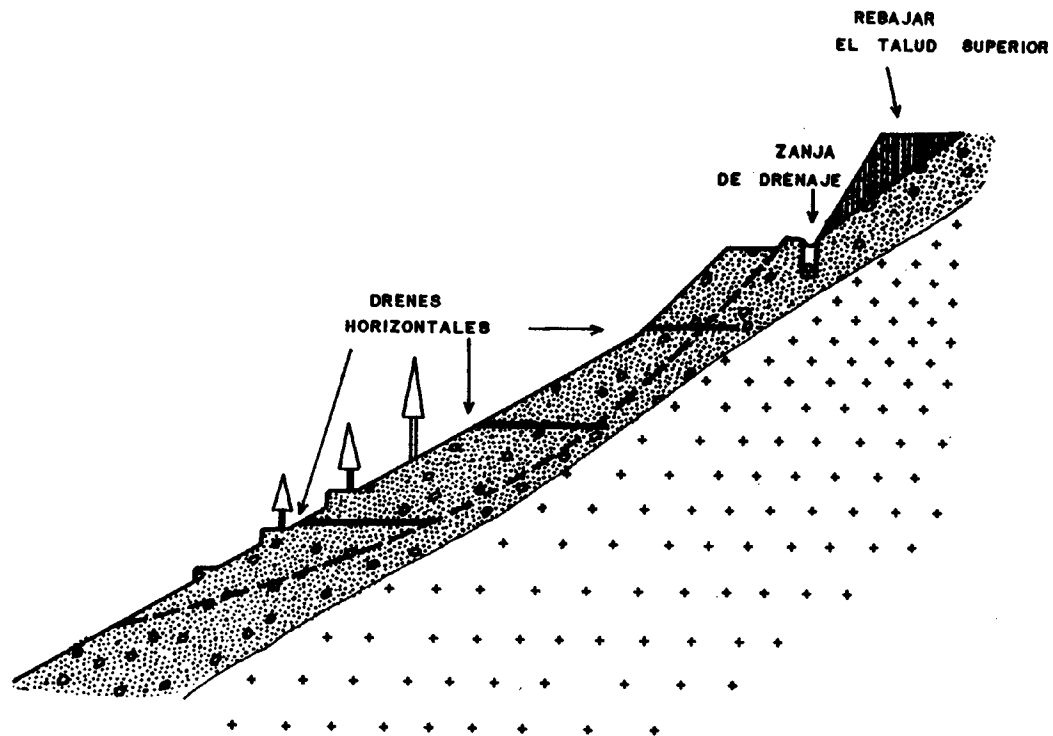
LEYENDA



COLUVION



GRANITO METEORIZADO



ESCALA 1:1000

5.3. PLANTACION DE ARBOLES Y ELIMINACION DE BANCALES.

Como medida complementaria se recomienda también la plantación de arboles de raíces profundas e hidrófobos, eucalipto, chopo, alamo, etc que absorvan la humedad del terreno.

Asimismo se recomienda suavizar el talud de la carretera superior (que presenta grietas de tracción), sanear un gran bloque inestable existente en esa zona y no regar la plataforma abancalada superior, ocupada por castaños.

Finalmente se recomienda la eliminación de los bancales existentes en los alrededores (sobre todo aguas arriba) de la zona deslizada, ya que de cara a la estabilidad de la ladera, afectan muy negativamente (aunque preserven de la erosión).

En el anexo IV, aparece una evaluación económica estimativa de la realización de las obras.

Ante los elevados costes de la realización de todas las actuaciones propuestas, no debe descartarse la posibilidad de realizar un nuevo trazado de la carretera que

evite las zonas deslizadas. Una alternativa para el nuevo trazado aparece en el plano IV de los anexos.

En este caso, el tramo de nueva apertura sería aproximadamente de 650 metros. Los taludes resultantes por la apertura de este nuevo tramo deberán ser más tendidos de los que existen en la actualidad, muy próximos al límite de equilibrio, y que se deslizan en épocas muy lluviosas (como es el caso del deslizamiento III). En este caso habría que prestar especial atención al desvío de los arroyos aguas arriba de la carretera.

De todas formas, se presenta también en los presupuestos, una opción que no incluye la realización de la cuneta perimetral de drenaje (rebajando así considerablemente el costo de las obras).

6.- CONCLUSIONES.

* A finales de Diciembre de 1989 se han producido varios deslizamientos de ladera en la carretera local AV - 913 en el P.K. 30,500, en el Término Municipal de San Esteban del Valle (Avila).

Como consecuencia de los mismos, la carretera que enlaza San Esteban del Valle con Serranillos, ha quedado fuera de servicio.

* Los deslizamientos de ladera no son extraños en esta zona, donde hay datos históricos de otras inestabilidades similares. Asimismo, el deslizamiento principal se localiza en una ladera ya deslizada, por lo que se trata de la reactivación de un paleodeslizamiento.

* Los deslizamientos están enclavados sobre depósitos torrenciales y de ladera (cuaternarios), constituidos por grandes bolos y bloques con matriz arenolimososa. Estos recubrimientos cuaternarios se hayan sobre un granito alterado.

* San Esteban del Valle presenta un microclima que se caracteriza por precipitaciones abundantes.

* Los factores desencadenantes de los deslizamientos han sido las fuertes pendientes de las laderas, ($> 30^\circ$), así como las fuertes precipitaciones registradas durante los meses de Noviembre y Diciembre (1.304 mm.). El día 16 de Diciembre se contabilizaron 114,8 mm. Al infiltrarse el agua en los depósitos torrenciales y de ladera muy permeables, da lugar a una disminución de las propiedades resistentes del material y a un aumento de las presiones intersticiales.

* En la visita realizada el 19 /12/1989 se adelantaron una serie de actuaciones, consistentes en el desvío de 2 arroyos que discurrían por las proximidades de la zona deslizada. Las zanjas provisionales deberán sustituirse por cunetas de hormigón. Asimismo se sugirió la colocación de una serie de hitos o estacas que permitan el control del movimiento de la masa deslizada.

* Las actuaciones propuestas implican necesariamente como primera medida, la realización de 2 sondeos mecánicos en el deslizamiento, que definan el espesor del recubrimiento cuaternario. Si el espesor fuera inferior a 5 metros se realizarán zanjas drenantes, y si fuera mayor se instalarán drenes horizontales (o californianos), en la masa deslizada.

* Las actuaciones propuestas en el presente informe tienen unos costos muy elevados (26.000.000 ₺), por lo se que ha incluido la posibilidad de un nuevo trazado para la carretera, así como una opción con varias fases de actuaciones.

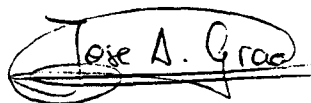
1990

Fdo: D: Francisco J. Ayala Carcedo

* Ingeniero de Minas

* Director del Area de Ingeniería

Geoambiental I.T.G.E.

A handwritten signature in black ink that reads "Jose A. Grao". The signature is enclosed within a hand-drawn oval shape.

Fdo: D: Jose Antonio Grao del Pueyo

* Licenciado en C.C. Geológicas.

BIBLIOGRAFIA

- ALONSO, E. (1986) "Influencia del agua en la estabilidad de taludes. Roturas en roca. Casos reales". Riesgos Naturales en Ingeniería Civil. U.P.C. Barcelona.
- AYALA, F. J. y otros (1987) "Tipología y desarrollo de movimientos". Manual de taludes. I.G.M.E.
- CANMET (1977) "Pit Slope Manual" Minister of Supply and Services. Canadá.
- FERRER GIJON, M. (1987) "Deslizamientos, desprendimientos, flujos y avalanchas" Riesgos Geológicos. I.G.M.E. Madrid
- HUNT, R.E. (1984): "Geotechnical Engineering Investigation Manual" McGraw Hill, New York.
- I.G.M.E. (1981): "Mapa Geológico de España E. 1:50.000; Hoja 578 : Arenas de san Pedro" Madrid
- JIMENEZ SALAS, J.A. y otros (1975-1980) "Geotécnia y Cimientos Vol. I, II y III" Ed Rueda. Madrid.

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

- RODRIGUEZ ORTIZ, J.M. (1987) "Ascultación y corrección de
movimientos del terreno" Riesgos geológicos. I.G.M.E. Madrid.

- VARNES, D.J. (1978) "Slopè Movements types and processes".
Landslides Analysis and Control. Transportation Research Board
National Academy of Sciences. Washington D.C.

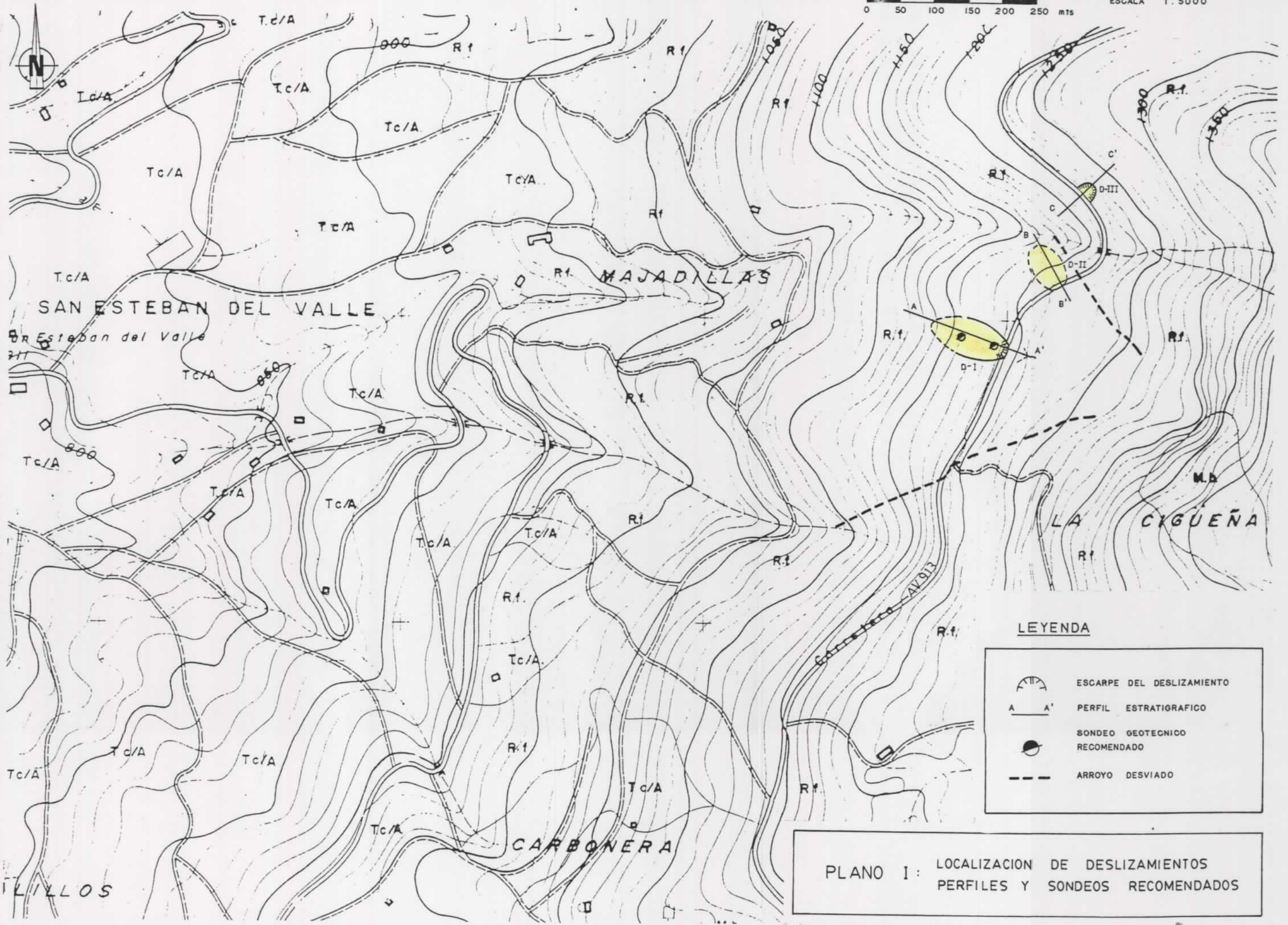
- ZURUBA, Q Y MENCL, V. (1982): "Landslides and their control".
Elsevier 2ª Ed.

ANEXOS

I PLANOS Y PERFILES

0 50 100 150 200 250 mts

ESCALA 1:5000



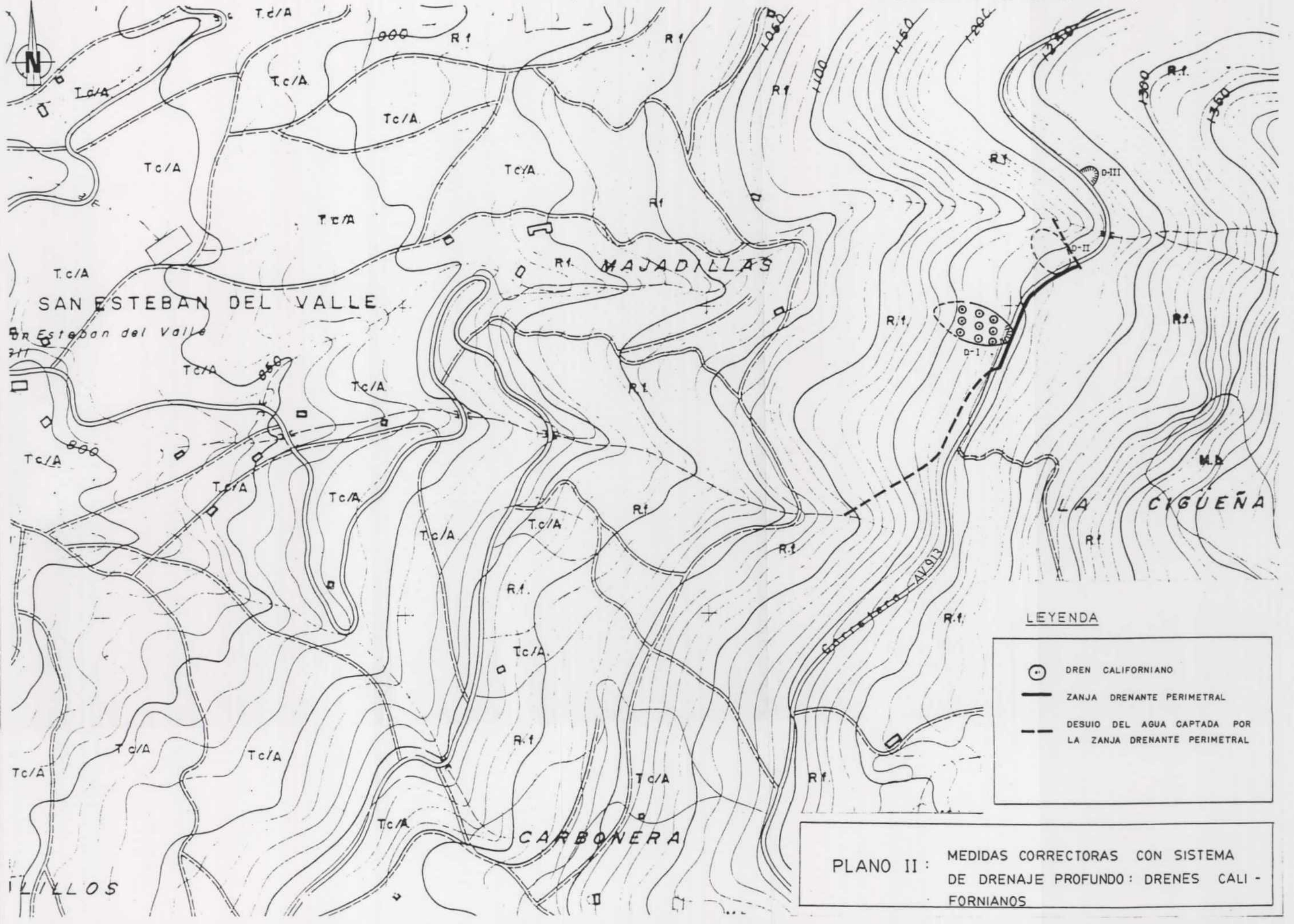
LEYENDA

	ESCARPE DEL DESLIZAMIENTO
	PERFIL ESTRATIGRAFICO
	SONDEO GEOTECNICO RECOMENDADO
	ARROYO DESVIADO




PLANO I: LOCALIZACION DE DESLIZAMIENTOS PERFILES Y SONDEOS RECOMENDADOS

0 50 100 150 200 250 mts

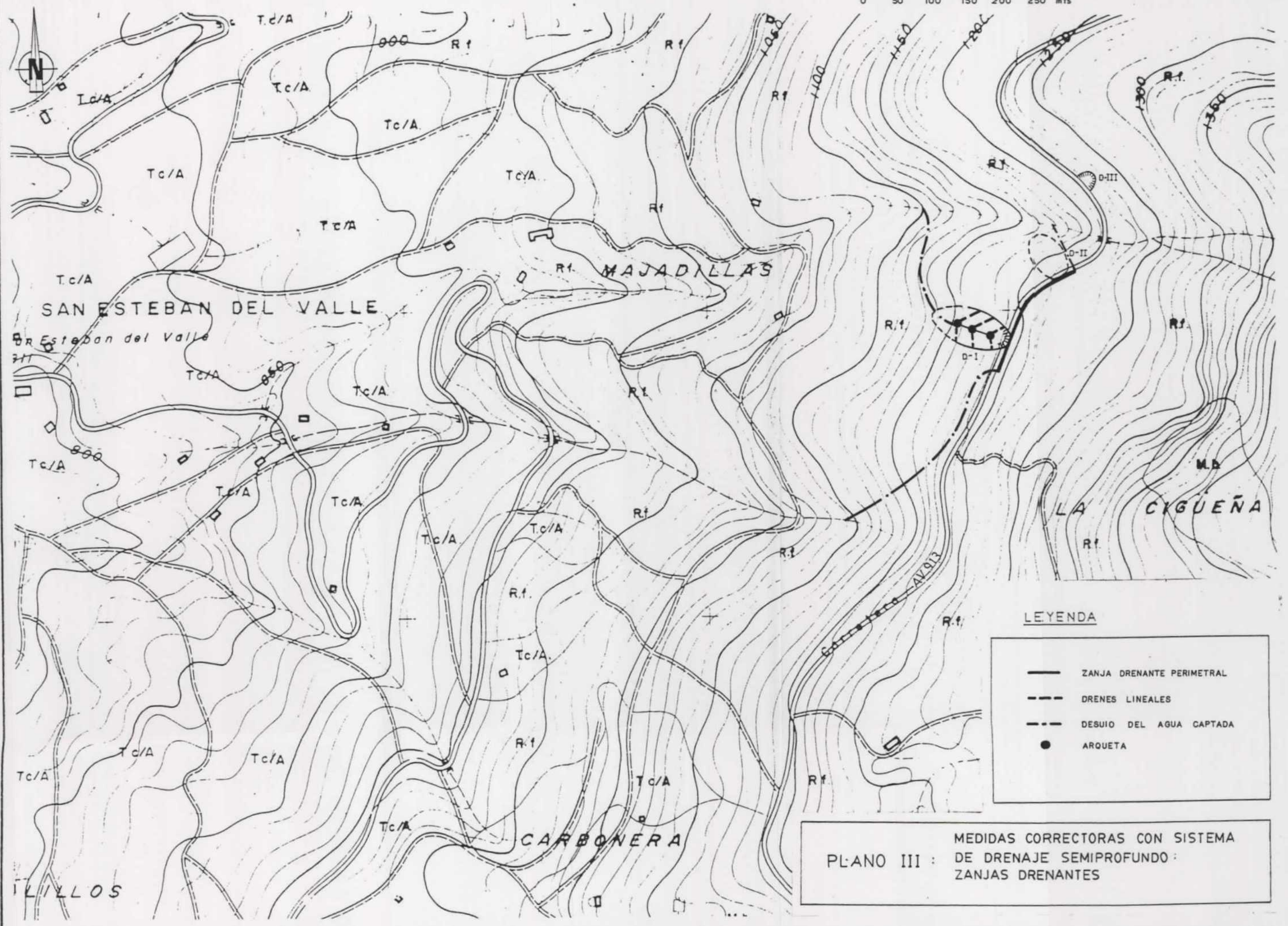
ESCALA 1:5000



LEYENDA

-  DREN CALIFORNIANO
-  ZANJA DRENANTE PERIMETRAL
-  DESUO DEL AGUA CAPTADA POR LA ZANJA DRENANTE PERIMETRAL

PLANO II : MEDIDAS CORRECTORAS CON SISTEMA DE DRENAJE PROFUNDO: DRENES CALIFORNIANOS



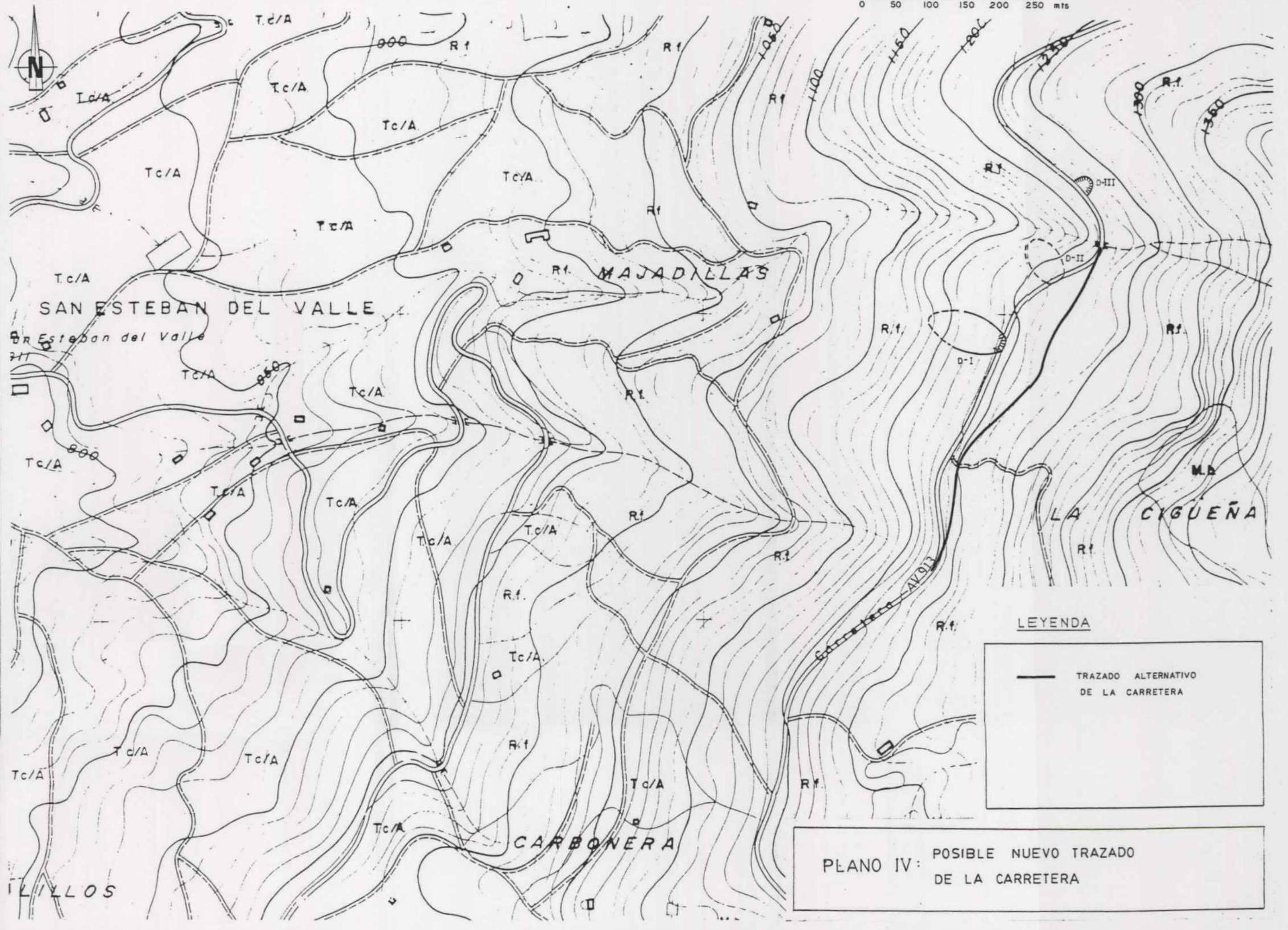
LEYENDA

- ZANJA DRENANTE PERIMETRAL
- - - DRENES LINEALES
- · - · DESUO DEL AGUA CAPTADA
- ARQUETA

PLANO III : MEDIDAS CORRECTORAS CON SISTEMA DE DRENAJE SEMIPROFUNDO : ZANJAS DRENANTES

0 50 100 150 200 250 mts

ESCALA 1:5000



LEYENDA

— TRAZADO ALTERNATIVO DE LA CARRETERA

PLANO IV: POSIBLE NUEVO TRAZADO DE LA CARRETERA

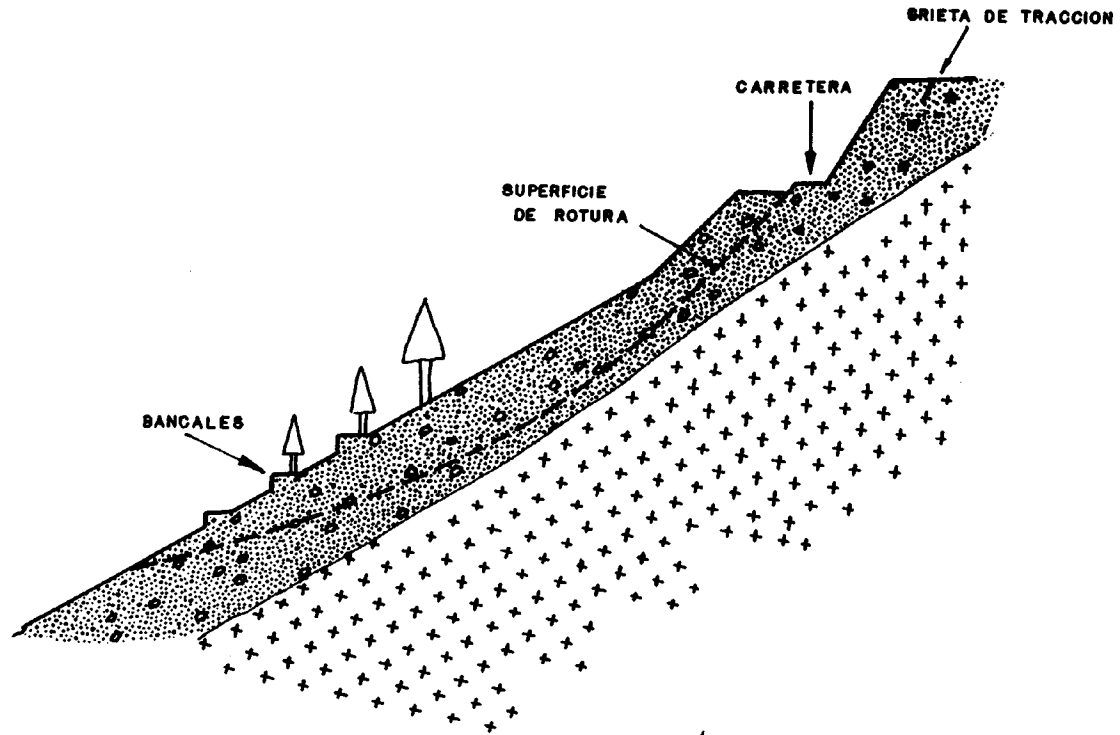
PERFIL ESTRATIGRAFICO A - A'

DESLIZAMIENTO I

LEYENDA

 COLUVION

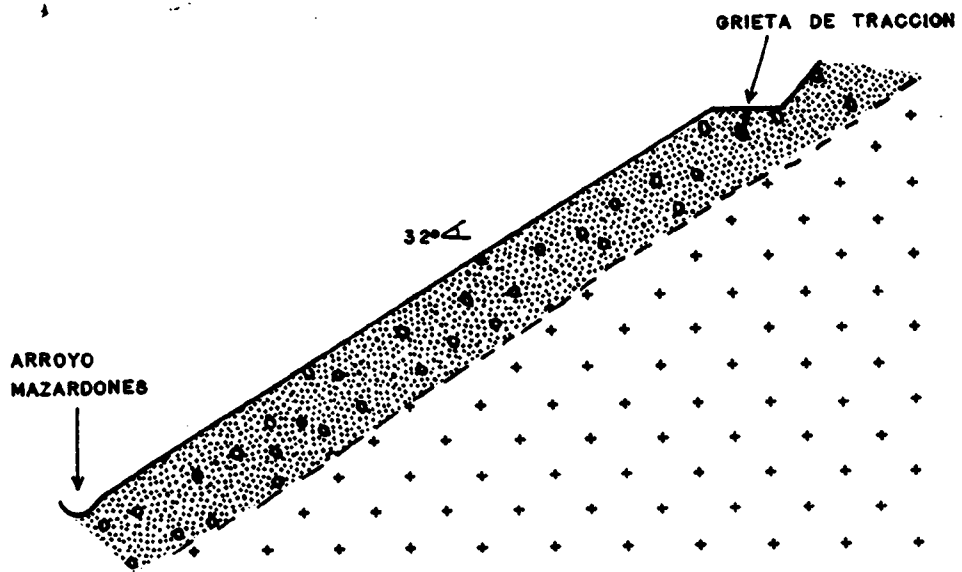
 GRANITO METEORIZADO



ESCALA 1:1000

PERFIL ESTRATIGRAFICO B - B'

DESLIZAMIENTO II



LEYENDA



COLUVION

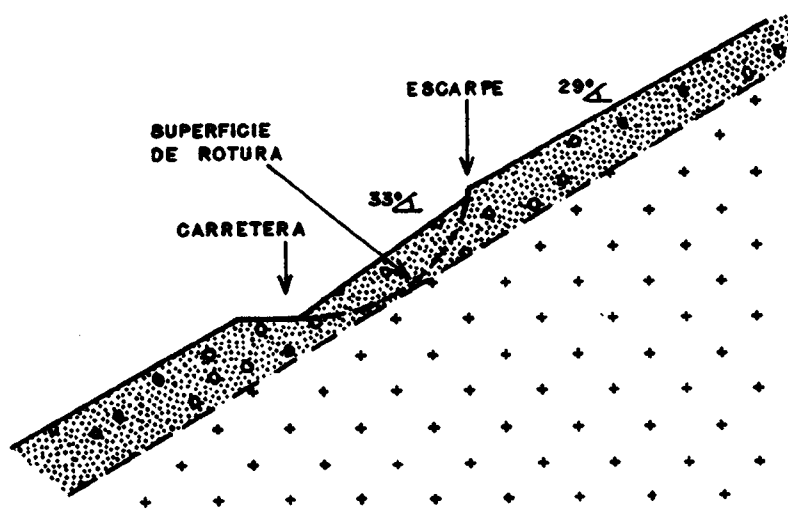


GRANITO METEORIZADO

ESCALA 1:1000

PERFIL ESTRATIGRAFICO C-C'

DESLIZAMIENTO III



LEYENDA



COLUVION



GRANITO METEORIZADO

ESCALA 1 : 1000

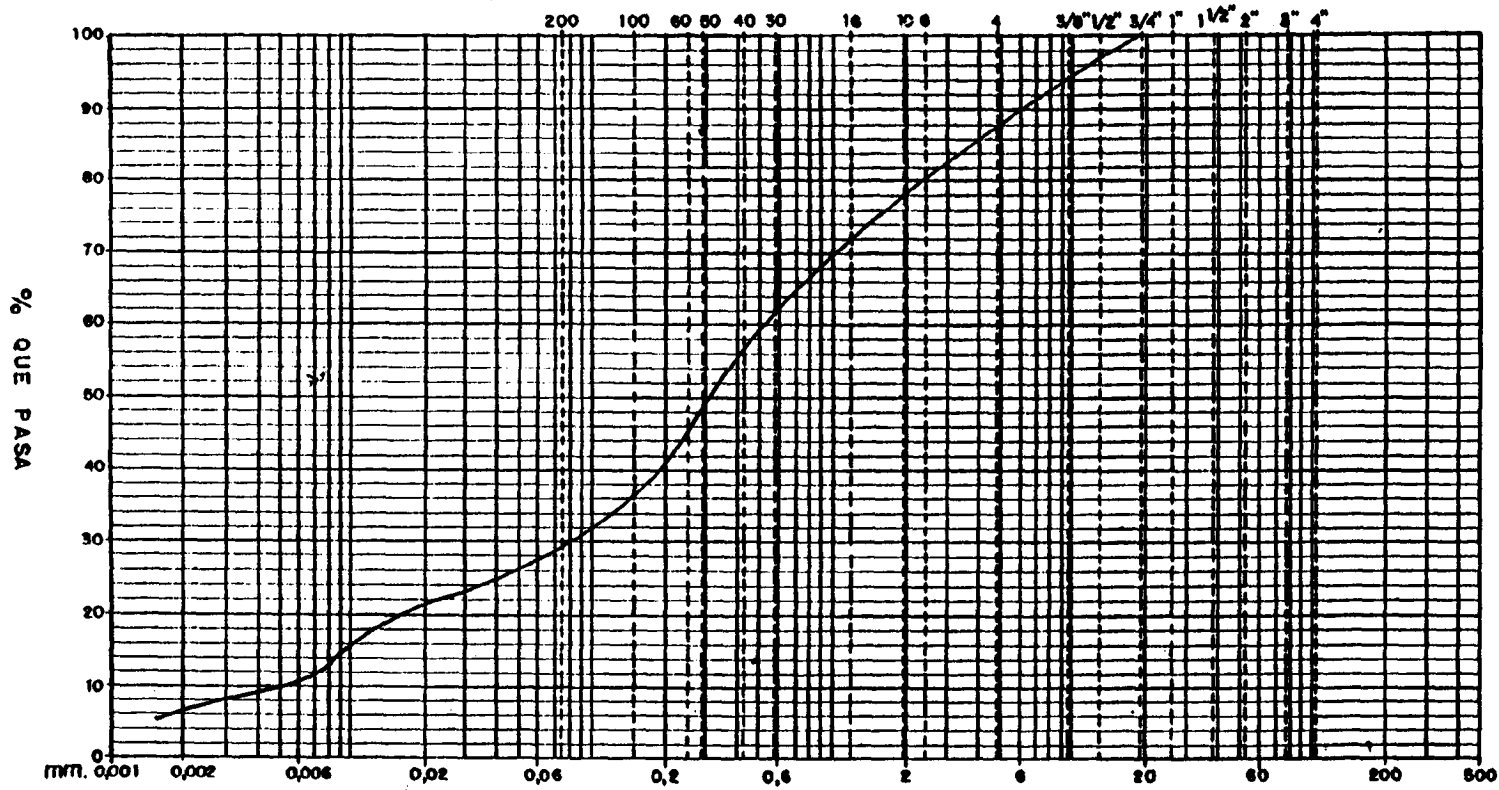
II ENSAYOS DE LABORATORIO

							Plano nº	
CLIENTE: San Esteban del Valle							Verificado	
							Dibujado	

CUADRO GENERAL DE ENSAYOS DE LABORATORIO

SONDEC Nº										
MUESTRA Nº	D-1		D-3							
PROFUNDIDAD m										
U.S.C.S.										
W (%)										
G (t/m ³)										
U _c (t/m ³)										
Y ₁₅ (t/m ³)										
W _L (%)	No Plástico		No Plástico							
W _p (%)										
IS (%)										
peso T-200 (%)	28,9		21,7							
retenido T-4 (%)	12,8		19,6							
C _c										
q _u (kg/cm ²)										
E (%)										
c (kg/cm ²)										
φ (°)										
P _r (kg/cm ²)										
E _r (%)										
PROCTOR	m. opt (%)									
	Y máx. (t/m ³)			2						
CBR	INDICE CBR 11r máx. opt)									
	INDICE CBR 1195% máx)									
M _c org (%)										
SC ₃ (%)										
CC ₃ CC ₃ (%)										
K (cm/seg)										

TAMICES SERIE A.S.T.M.



ARCILLA Y LIMO	ARENA	GRAVA	BOLOS
----------------	-------	-------	-------

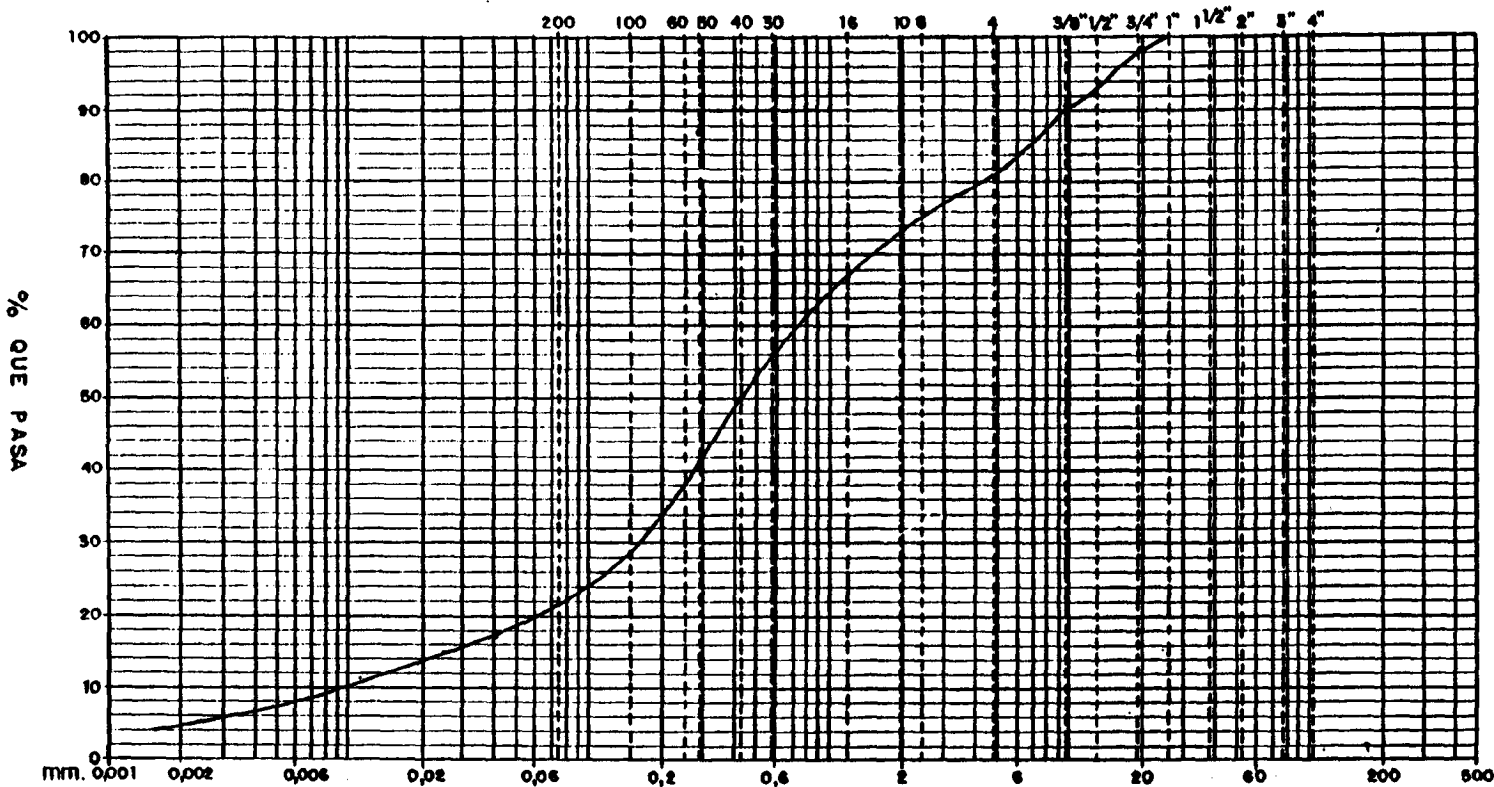
MUESTRA NUMERO	SONDEO N.º O COTA N.º	PROFUNDIDAD O COTA	U.S.C.S.
	D-1		

Verificado Dibujado	Escala: SEMILOGARITMICA	Plano N.º
------------------------	--------------------------------	--------------

GRANULOMETRIAS

CLIENTE: Deslizamiento en San Esteban del Valle

TAMICES SERIE A.S.T.M.



ARCILLA Y LIMO	ARENA	GRAVA	BOLOS
----------------	-------	-------	-------

MUESTRA NUMERO	SONDEO N° O CATA N°	PROFUNDIDAD O COTA	U.S.C.S.
	D-3		

GRANULOMETRIAS	CLIENTE Deslizamiento en San Esteban del Valle	Plano n.º 2
	SEMILOGARITMICA	Escala: _____
Verificado		
Dibujado		

III FOTOGRAFIAS



Fotografía nº 1: Vista general de San Esteban del Valle. La zona deslizada está situada a media ladera.



Fotografía nº 2: Vista general del deslizamiento principal (el I). Al fondo San Esteban del Valle.





Fotografía nº 3: Vista general de la lengua deslizada desde la carretera AV-913.



Fotografía nº 4: Vista de los árboles inclinados en la zona deslizada, que indican movimientos de la ladera en otra época.



Fotografía nº 5: Vista del escarpe en la coronación del deslizamiento I que afecta a la carretera AV-913. Fotografía tomada durante la visita realizada el 19 de Diciembre de 1989.





Instituto Tecnológico
Geominero de España

Fotografía nº 6: Fotografía similar a la anterior, pero desde otro ángulo, y realizada el 4 de Enero de 1990.- Como puede observarse el deslizamiento no ha avanzado desde la visita anterior.



Fotografía nº 7: Grieta longitudinal del deslizamiento I, realizado junto a los pinos existentes en la zona media.



Fotografía nº 8: Grieta de tracción en el talud existente por encima de la carretera, justo encima del deslizamiento I.





Fotografía nº 9: Vista de un gran bloque por encima del deslizamiento I inestable, que deberá ser saneado. Entre la carretera y el bloque aparece una cuneta abierta para desviar la escorrentía superficial fuera de la zona deslizada.



Fotografía nº 10: Vista de la grieta de tracción del deslizamiento II, y que afecta a la carretera.



Fotografía nº 11: Vista general del deslizamiento III.



Fotografía nº 12: Vista de detalle del escarpe en la coronación del deslizamiento III.



IV VALORACION ECONOMICA ESTIMATIVA

EVALUACION ECONOMICA ESTIMATIVA

OPCION 1 : Espesor del coluvión menor de 5 metros.

SONDEOS	1.771.000
CUNETA DE DESVIO DE ARROYOS	1.545.600
ZANJA DRENANTE PERIMETRAL	12.969.074
DRENAJE SEMIPROFUNDO	7.314.345
MEDIDAS COMPLEMENTARIAS	708.400
REPARACION DE LA CARRETERA	<u>2.000.000</u>
SUMA	26.035.419Pt

OPCION 2 : Espesor del coluvión mayor de 5 metros.

SONDEOS	1.771.000
CUNETA DE DESVIO DE ARROYOS	1.545.600
ZANJA DRENANTE PERIMETRAL	12.969.074
DRENAJE PROFUNDO: DRENES CALIFORNIANOS .	8.159.480
MEDIDAS COMPLEMENTARIAS	708.400
REPARACION DE LA CARRETERA	<u>2.000.000</u>
SUMA	26.880.554Pt

OPCION 3 : NUEVO TRAZADO DE LA CARRETERA 26.000.000M

OPCION 4 : ACTUACION POR VARIAS FASES:

1ª FASE

SONDEOS	1.771.000
CUNETA DE DESVIO DE ARROYOS	1.545.600
DRENAJE DRENAJE DE LA LENGUA DESLIZADA .	8.159.480
REPARACION DE LA CARRETERA Y SU CUNETA INTERNA	<u>3.000.000</u>
SUMA	14.436.080M

2ª FASE

ZANJA DRENANTE PERIMETRAL	12.969.074
MEDIDAS COMPLEMENTARIAS	<u>708.400</u>
SUMA	13.677.474M

A continuación se desglosan cada una de las partidas antes mencionadas

I : SONDEOS MECANICOS

CANTIDAD	CONCEPTO	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Ud. de transporte de maquinaria y equipo especializado	200.000	200.000
3	Ud. de puesta en obra de maquinaria y equipo en cada sondeo	30.000	90.000
45	Ml. de sondeo en gravas con bolos .	15.000	675.000
15	Ml. sondeo en roca	8.000	120.000
60	Ml. de tubería piezométrica	1.500	91.000
	Accesos realizados con máquina retroexcavadora	200.000	<u>200.000</u>
	SUMA		1.375.000P
	15 % GASTOS GENERALES ...		<u>206.250</u>
	SUMA		1.581.250P
	12 % I.V.A.		<u>189.750</u>
	SUMA TOTAL		1.771.000P

II: CUNETA PARA EL DESVIO DE ARROYOS

CANTIDAD	CONCEPTO	PRECIO	PRECIO
600	Metros lineales de cuneta para desviar los arroyos, aguas arriba del deslizamiento	2.000	1.200.000
	SUMA		1.200.000M
	15 % GASTOS GENERALES ...		<u>180.000</u>
	SUMA		1.380.000M
	12 % I.V.A.		<u>165.600</u>
	SUMA TOTAL		1.545.600M

III ZANJA DRENANTE PERIMETRAL

CONCEPTO	PRECIO TOTAL
- Traslado de maquinaria y equipo a la población de San Esteban del Valle.....	100.000
- Excavación de 1000 m3 de zanja para sistema drenante (646 Ptas./m3).	1.000 m3 646.000
- Entibación simple en zanjas y pozos incluida retirada (1.262 Ptas/m ²).	1.000m ² 1.262.000
- Transporte a vertedero de 1000 m3 de la tierra extraída, situado a 3Km. máximo en camión de 10 Tm. (3.225 Ptas/hora).	480 h (60 dias).... 1.548.000

CONCEPTO

PRECIO TOTAL

- Instalación de tubería de hormigón poroso de \varnothing 40cm.. (3.230 Ptas./m.l.)	200 M.l.	646.000
- Transporte de áridos desde un punto lejano no superior a 20 Km. en camión de 10 Tm. (3.225 Ptas/hora)	480 h (60 días) ...	1.548.000
- m ² de geotextil permeable (1.000 Ptas/m ²).	500 m ²	500.000
- m ² de geotextil impermeable (1.000 Ptas/m ²).	800 m ²	800.000
- Relleno grava en toda la longitud del sistema drenante Incluido vertido. (1.400 Ptas/m ³)	900 m ³	1.260.000

CONCEPTO

PRECIO TOTAL

<p>- Relleno de zanja de los 50 cm. de superficie mediante bandeja vibratoria con tierra arcillosa obtenida de la excavación y reservada sobre la zanja.</p>	<p>100 m3</p>	<p>47.200</p>
<p>(472 Ptas/m3)</p>		
<p>- Ud. de arqueta de hormigón para tubería que atraviese la carretera.</p>	<p>2 Arqtas.</p>	<p>100.000</p>
<p>(Unidad 50.000 Ptas)</p>		
<p>- Ml. de cuneta de hormigón prefabricado para desviar escorrentía</p>	<p>200</p>	<p>1.000.000</p>
<p>(5.000 Ptas/Ml).</p>		

CONCEPTO

PRECIO TOTAL

- Ml. de tubería de hormigón ø 40 cm. que cruza la carretera incluido relleno compactado. (25.000 Ptas/Ml).	16	<u>400.000</u>
		9.857.200Pt
+ Gastos Generales e imprevistos ..		<u>1.478.580</u>
SUMA		11.335.780Pt
+ 12% I.V.A.		<u>1.360.293</u>
SUMA TOTAL		12.696.074Pt

IV DRENAJE SEMIPROFUNDO: ZANJAS DRENANTES

UNIDAD	CONCEPTO	UNITARIO	TOTAL
1	Traslado de maquinaria y equipo	0	0
500	Excavación de zanja para sistema drenante (m3)	646	323.000
500	Entibación simple en zanjas y pozos incluida retirada . (Ptas/m ²)	1.262	631.000
400	Transporte a vertedero de la tierra extraída, situada a 3Km. máximo en camión del 10 T	3.225	1.290.000
100	Instalación de tubería de hormigón poroso de ø 40 cm colocada sobre lecho de arena y rejuntado. incluido tubo	3.230	323.000

UNIDAD	CONCEPTO	UNITARIO	TOTAL
60	Instalación de tubería de hormigón de ø 40 cm. colocada sobre lecho de arena y rejuntado. incluido tubo ...	2.680	150.800
200	Transporte de áridos desde un punto lejano no superior a 20 Km. en camión de 10T (Ptas/hora)	3.225	645.000
15	Lecho de arena en la base de todo el sistema drenante. Incluido vertido (Ptas/m ²)	1.000	15.000
400	Relleno de grava en toda la longitud del sistema drenante. Incluido vertido	1.400	560.000
320	Relleno de zanja de los 20-30 cm. o bien de toda la zanja hasta el tubo de hormigón, mediante bandeja vibra- toria con el mismo material objeto de la excavación y reservada sobre la zanja (Ptas/m ³)	472	151.040

UNIDAD	CONCEPTO	UNITARIO	TOTAL
3	Ud. de arqueta de hormigón o ladrillo macizo de 1 pie de espesor para registro y ventilación del sistema drenante	330.000	990.000
	Canalización de agua drenada hasta los arroyos adyacentes	600.000	<u>600.000</u>
	SUMA		5.678.840M
	15 % Gastos Generales		<u>851.826</u>
	SUMA		6.530.666M
	12 % I.V.A.		<u>783.679</u>
	SUMA TOTAL		7.314.345M

V DRENAJE PROFUNDO: DRENES CALIFORNIANOS

UNIDAD	CONCEPTO	UNITARIO	TOTAL
	Transporte de maquinaria y equipo especializado	250.000	250.000
9	Traslado de maquinaria entre cada perforación	40.000	360.000
135	Ml. Perforación en gravas con bolos	25.000	3.375.000
135	Ml. Tubería de revestimiento de PVC ranurado	10.000	1.350.000
	Accesos para máquina perforadora realizadas con retroexcavadora	600.000	<u>600.000</u>
	SUMA		6.335.000Pt
	15 % Gastos		
	General		<u>950.250</u>
	SUMA		7.285.250Pt
	12 % I.V.A.		<u>874.230</u>
	SUMA TOTAL		8.159.480Pt

VI MEDIDAS COMPLEMENTARIAS

UNIDAD	CONCEPTO	UNITARIO	TOTAL
	Partida alzada para rebajar el ángulo del talud superior con retroexcavadora y saneo de un gran bloque inestable ...		400.000
50	Ud de eucalipto de 100 cm de envergadura plantado, abonado, e incluyendo el 1er riego	3.000	<u>150.000</u>
	SUMA		550.000Pt
	15 % Gastos		
	Generales		<u>82.500</u>
	SUMA		632.500Pt
	12 % I.V.A.		<u>75.900</u>
	SUMA TOTAL		708.400Pt

VII REPARACION DE LA CARRETERA

200	metros lineales de reparación de la carretera		2.000.000Pt
-----	---	--	-------------

OPCION 3

Realización de un nuevo trazado de la carretera de 650 m a 40 millones el Kilómetro.

$$0,650 \times 40.000.000 = \underline{26.000.000} \text{ Ptas.}$$