

INFORME DE APOYO G
PLAN DE MITIGACION DE DAÑOS DE DESLIZAMIENTO

APOYO-G
PLAN DE MITIGACION DE DAÑOS DE DESLIZAMIENTO

INDICE

	Página
1. Introducción.....	G-1
1.1 Generalidades.....	G-1
1.2 Consideración Básica para el Plan de Prevención de Deslizamiento de Tierra.....	G-1
2. Barrio El Berrinche	G-1
2.1 Cambio de Terreno en Areas de Deslizamiento por el Huracán Mitch	G-1
2.2 Modo de Deslizamiento de Tierra.....	G-1
2.2.1 Área de Deslizamiento de Tierra	G-1
2.2.2 Geología de Áreas de Deslizamiento de Tierra	G-2
2.2.3 Agua Superficial y Agua Subterránea en el Area de Deslizamiento de Berrinche.....	G-2
2.2.4 Mecanismo de Deslizamiento de Tierra	G-3
2.2.5 Repetibilidad de Deslizamiento y Probabilidad de Riesgo.....	G-4
2.3 Medidas Preventivas para el Deslizamiento del Barrio El Berrinche.....	G-4
2.3.1 Pozos Colectores.....	G-4
2.3.2 Sistema de Drenaje	G-5
2.3.3 Gavión (Protección de Canal).....	G-6
2.3.4 Retirado del Suelo en la Cabeza de la Masa de Deslizamiento.....	G-6
2.4 Estabilidad del Deslizamiento El Berrinche	G-6
3. Barrio El Reparto.....	G-7

3.1	Generalidades del Deslizamiento.....	G-7
3.2	Bloques de Deslizamiento.....	G-7
3.2.1	Causas del Deslizamiento de Tierra.....	G-8
3.3	Contramedidas Contra el Deslizamiento de Barrio El Reparto	G-8
3.3.1	Base de las Contramedidas contra el Deslizamiento de Barrio El Reparto..	G-8
3.3.2	Canales	G-9
3.3.3	Conductos	G-10
3.3.4	Pozos Colectores.....	G-10
3.3.5	Corte, Recorte y Protección de Talud.....	G-11
3.3.6	Recuperación de Caminos.....	G-11
3.4	Estabilidad del Deslizamiento de Barrio El Reparto	G-11
4.	El Bambú.....	G-12
4.1	Generalidades del Deslizamiento de Tierra	G-12
4.2	Geología	G-12
4.3	Consideraciones de Contramedidas en el Area El Bambú.....	G-13
4.4	Contramedidas.....	G-13
4.4.1	Canal y Receso (Reservorio)	G-13
4.4.2	Tratamiento al Final del Canal	G-14
5.	Suplemento.....	G-14
5.1	Trabajos de Perforación	G-14
5.1.1	Aguas Subterráneas	G-14
5.1.2	Desplazamiento en la Tierra	G-15

5.2 Trabajos de Drenaje de Agua SuperficialG-15

APOYO-G
PLAN DE MITIGACION DE DAÑOS DE DESLIZAMIENTO

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura G.2.1	Deslizamiento de Varios Bloques (El Berrinche)G-16
Figura G.2.2	Deslizamiento de Bloques y Ubicación de Perforaciones (Berrinche).....G-17
Figura G.2.3	Perfil de El Berrinche (Sección B-1).....G-18
Figura G.2.4	Perfil de El Berrinche (Sección B-4).....G-19
Figura G.2.5	Progresión de Deslizamiento (El Berrinche).....G-20
Figura G.2.6	Contramedidas Planeadas (El Berrinche).....G-21
Figura G.2.7	Muro ColectorG-22
Figura G.2.8	Conducto.....G-23
Figura G.2.9	Perfil de Area de Tierra Extraída (El Berrinche)G-24
Figura G.3.1	Deslizamiento de Varios Bloques (El Reparto)G-25
Figura G.3.2	Perfil de El RepartoG-26
Figura G.3.3	Contramedidas Planeadas (El Reparto).....G-27
Figura G.3.4	Estructura de Sistema de Drenaje PlaneadaG-28
Figura G.3.5	Sistema de Drenaje PlaneadaG-29
Figura G.4.1	Sistema de Drenaje Planeada (El Bambú).....G-30
Figura G.4.2	Estructura de Sistema de Drenaje Planeada (El Bambú)G-31

APOYO-G

PLAN DE MITIGACION DE DAÑOS DE DESLIZAMIENTO

1. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

Este informe presenta, (1) observación de deslizamiento en el Barrio El Berrinche, El Reparto, Colonia Nueva Esperanza y El Bambú, que son principales áreas de daños extensivos causados por el Huracán Mitch, (2) peligro potencial de deslizamiento juzgado de la observación, y (3) recomendaciones respecto a la preparación de plan de trabajo para prevenir futuros movimientos de deslizamiento y minimizar futuros daños.

1.2 CONSIDERACIÓN BÁSICA PARA EL PLAN DE PREVENCIÓN DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA

En principio, están definidos tipos de deslizamiento incluyendo derrumbamiento de talud según el modo de movimiento de masas de tierra inestables. Se proponen medidas preventivas conforme a los tipos de deslizamiento juzgados mediante la ejecución de investigaciones geológicas y otras. Para las medidas preventivas a proponer, es esencial conocer las características de deslizamiento. Además, el plan debe ser consistente con el plan de conservación de suelo, plan de uso de suelo, costo y preservación medioambiental. Según la magnitud de deslizamiento, será necesaria la combinación de varias contramedidas para formar un completo plan preventivo de deslizamiento.

En el presente, este informe contempla que el plan par alas contramedidas en el área será alterado y modificado dependiendo en gran medida en la investigación a ejecutar.

2. BARRIO EL BERRINCHE

2.1 CAMBIO DE TERRENO EN ÁREAS DE DESLIZAMIENTO POR EL HURACÁN MITCH

Según la observación de datos topográficos antes y después de los daños causados por el Huracán Mitch, hay diferencia en la elevación a lo largo del límite entre los bloques de deslizamiento A y B (consulte la *Figura G.2.1*). Esto sugiere que hubo movimientos de tierra. La mitad oriental del bloque B está unos 10m más alta, mientras que los bloques A y C son más bajos. Este accidente topográfico puede corresponder a un mecanismo de deslizamiento descrito posteriormente. El bloque C puede todavía estar cambiando su forma como se ha evidenciado por la disipación de agua subterránea, movimientos junto con el bloque A-1 (subordinación), y formación de pequeño barranco.

2.2 MODO DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA

2.2.1 ÁREA DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA

El área de deslizamiento se extiende a unos 180,000 m², con un ancho de 300 m y largo de 800 m, ubicada en áreas de cerro bajando del oeste al este, y está encerrada por una arista (desde la Colonia El Porvenir hasta el Barrio El Chile) al norte, una escarpa (desde la Colonia Campo Cielo hasta El Porvenir)al oeste, y una parte norteña de la arista (desde la Colonia Campo Cielo hasta la Colonia Soto) al sur, lo que exhibe accidentes tipográficos típicos de deslizamiento.

2.2.2 GEOLOGÍA DE ÁREAS DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA

El estudio geológico reveló que el margen oriental del Barrio El Chile y la Colonia El Porvenir, limonita, limolita, y roca arcillosa (lutolita) de la era mesozoica de la Formación del Río Chiquito están expuestos bajo una elevación de 1,015 m, y tobas terciarias se observan sobre 1015 m. Las posiciones de perforaciones se muestran en la *Figura G.2.2*. El perfil del área de deslizamiento de Berrinche se describe en la *Figuras G.2.3* y *G.2.4*. Sobre una escarpa abrupto ubicado desde la Colonia Campo Cielo hasta la Colonia El Porvenir, se ven rocas volcánicas de ignimbritas subyacentes en tobas. Aunque no es muy obvio en el área de deslizamiento, los crestones de tobas al oeste de los bloques de deslizamiento C y D, y la Formación del Río Chiquito al este.

Se supone que las condiciones superficiales en el área de deslizamiento son de tiempos remotos porque la mayoría del bloque C está cubierta por enorme bloque de roca volcánica que cayó del precipicio del deslizamiento.

Las rocas de base de los bloques A y B son muy probablemente de la Formación del Río Chiquito que pudo contener zonas cortadas de la base o superficies de deslizamiento. En el banco izquierdo del Río Choluteca, la Formación del Río Chiquito cortada y erosionada se observa por más de 100m de largo.

Se considera que el tipo de deslizamiento del Barrio El Berrinche es un deslizamiento de rocas erosionadas. El mecanismo de deslizamiento se describe a continuación;

El agua colectada desde las zonas de escarpa del deslizamiento y áreas cuesta arriba fluye en zonas de tensión de deslizamiento (la mayoría de zonas de arriba, correspondientes al bloque C) y fue presionada bajo una condición artesiana dentro de las zonas costadas de la Formación del Río Chiquito.

Juzgando de movimientos de la tierra junto con el desplazamiento de la superficie del suelo, la superficie deslizante del bloque B está considerada como de tipo cerrado, mientras que la superficie deslizante del bloque A puede ser de tipo forma escalonada.

2.2.3 AGUA SUPERFICIAL Y AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE DESLIZAMIENTO DE BERRINCHE

La presencia de pequeños estanques y depresiones en el área occidental del deslizamiento, en la vecindad de la cabeza y la escarpa del deslizamiento, se destaca en fotos aéreas tomadas antes del Huracán Mitch. Fue confirmado también a través de entrevistas. (La mayoría de estos estanques y depresiones, sin embargo, desaparecieron después del cambio de terreno en el área por el Huracán Mitch.) Los estanques y depresiones funcionaron como reservorios reguladores durante las lluvias fuertes, ya que estos acumularon temporalmente el agua de escorrentía superficial. El agua de escorrentía superficial en la meseta y escarpa fluyó en los estanques y depresiones, y el agua subterránea en la meseta se filtró en los estanques. Se supone que la presión del agua intersticial creada en el subsuelo tenía un efecto significativo sobre el desarrollo del deslizamiento.

En el momento del Huracán Mitch, gran cantidad de agua de escorrentía superficial, que vino del área de desarrollo de casas sobre la meseta en el oeste de la escarpa del deslizamiento, fluyó en el área de deslizamiento. El flujo de agua se volvió fangosa y se convirtió en alud de rocas y tierra, que es una de las principales razones de la obturación del Río Choluteca.

La contramedida más fundamental para el deslizamiento es establecer un sistema de drenaje para prevenir perfectamente el agua de escorrentía proveniente de la meseta occidental (Cerro El Berrinche) contra el flujo hacia el área de deslizamiento. Sin embargo, es bastante difícil construir un sistema de drenaje perfecto. Las instalaciones de drenaje planeadas a discutir en secciones posteriores en este informe están designadas para que prevengan efectivamente deslizamientos aun cuando no esté construido perfectamente el sistema de drenaje.

Basándose en los datos del monitoreo de agua subterránea por SERNA y el Cuerpo de Ingenieros de EE.UU., el nivel de agua freática en el lado del cerro del área de deslizamiento es claramente diferente entre la estación de lluvias y la estación seca. Por otra parte, la variación del nivel de agua subterránea en el área baja es pequeña y consistente en las estaciones de lluvias y seca. El nivel de agua subterránea utilizado en el análisis de deslizamiento está determinado basándose en el mayor nivel de agua subterránea en datos de SERNA y el Cuerpo de Ingenieros de EE.UU. y los resultados obtenidos del monitoreo a corto plazo en el estudio de suelo ejecutado por JICA. El nivel de agua subterránea utilizado en el análisis debe ser examinado y revisado, si es necesario, en base a un futuro monitoreo a largo plazo.

2.2.4 MECANISMO DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA

Hay varias perspectivas sobre el fenómeno y mecanismo del deslizamiento de El Berrinche. Respecto al fenómeno de deslizamiento, hay un fenómeno aceptado y muchos investigadores suponen el fenómeno. Por otra parte, muchos investigadores presentan sus teorías únicas sobre el mecanismo de deslizamiento. En este momento, todavía está establecido un mecanismo aceptado no generalmente. Esto es, probablemente porque la cantidad de investigaciones de suelo es insuficiente teniendo en cuenta el gran área involucrada.

A continuación, son descripciones breves del fenómeno de deslizamiento (consulte la *Figura G.2.5*);

- a. Debido a una serie de fuertes lluvias ocasionadas por el Huracán Mitch, gran cantidad de agua de escorrentía superficial y agua subterránea fluyeron o se infiltraron en el área de deslizamiento. El bloque C, que está ubicado bajo el escarpa del deslizamiento y consiste en cloques de rocas caídos de escarpa y el suelo colapsado y poroso, contuvo gran cantidad de agua subterránea. El agua en el bloque C indujo una presión hídrica relativamente alta actuando sobre el bloque A1 ubicado al lado del bloque C.
- b. El bloque A1 empezó a deslizarse. La dirección de movimiento deslizante mayor fue NW →SE como se presenta en el Perfil de Suelo B-1.
- c. El bloque A1 empujó el bloque B que estaba abajo. Sin embargo, el bloque B no se deslizó. El bloque B se quedó pillado y la parte central del bloque B fue elevado para formar el terreno elevado.
- d. El bloque A1 se mantuvo deslizando y empujó los bloques A2 y A3.
- e. El bloque A1 llegó a empujar el bloque B. El fenómeno de empuje del bloque A1 al bloque A2 se notó también. Esto fue considerado para un deslizamiento continuo, aunque existe algún espacio de tiempo.
- f. SERNA y el Cuerpo de Ingenieros de EE.UU. consideraron que la superficie deslizante del deslizamiento era profunda en la Formación del Río Chiquito. La arcilla profunda y consistente actuó como una capa con una inclinación reversa y causó el terreno elevado del bloque B y el resbalamiento en el pie del deslizamiento.

Otra interpretación del bloque compresivo del bloque B es la siguiente;

Se considera que hay una diferencia en el campo de estructura geológica entre el bloque A y bloque B. El bloque A es el área donde el movimiento de deslizamiento tuvo lugar

activamente. Por otra parte, la composición geológica del bloque B fue el campo donde fue acumulado el suelo colapsado por el deslizamiento, como se evidencia en la perforación B-6. La superficie deslizante desarrollada en el bloque A fue formada en asociación con zonas cortadas en la Formación del Río Chiquito. No está claro mecánicamente que el bloque B creó una superficie deslizante nueva en la capa de grava arenosa o capa de arcilla sobreconsolidada, o creó una superficie deslizante fusionando la superficie deslizante existente en la profunda Formación del Río Chiquito. También puede ser considerado que el movimiento no llegó a formar ninguna superficie deslizante.

- g. Los sedimentos que bloquearon el Río Choluteca fueron originados del pie del bloque B. Se deslizaron o colapsaron y bloquearon el río.
- h. El bloque C rotó y se desplazó en asociación con el resbalamiento del bloque A. Esto presenta parcialmente la topografía de estructura colgante de hoy. El inclinómetro BS-4 instalado por SERNA y el Cuerpo de Ingenieros de EE.UU. presenta una deformación de 2mm/mes hoy. Sin embargo, otros inclinómetros no presentan ninguna deformación lateral significativa.

2.2.5 REPETIBILIDAD DE DESLIZAMIENTO Y PROBABILIDAD DE RIESGO

Actualmente, los movimientos de deslizamiento están temporalmente en suspensión excepto para una parte del bloque C. Es necesario investigar condiciones geológicas en detalle y preparar un sistema de monitoreo a largo plazo para el comportamiento de deslizamiento. Se recomiendan sistemas de monitoreo continuo porque las actividades de deslizamiento fueron reportadas en el momento del Huracán Fifi en 1974.

El bloque expuesto al mayor riesgo dentro del dslizamiento del Barrio El Berrinche es el bloque A-1. Juzgando de la topografía, la dirección del flujo de agua subterránea está considerada de A-1 a A-2 y a A-3. Esto sugiere posible ubicación y métodos de medidas preventivas de deslizamiento.

Existen grietas de pequeña escala a lo largo del banco izquierdo del Río Choluteca. Las grietas producidas dentro de la Formación de Río Chiquito están espuestas por unoa 250 m a lo largo del banco. Puesto que estas fisuras pueden ocurrir repetidamente, será necesario tomar alguna medida sobre el banco para estabilizar el lecho del río y prevenir la erosión del área de cerros del Barrio El Berrinche.

2.3 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EL DESLIZAMIENTO DEL BARRIO EL BERRINCHE

Como se mencionó anteriormente, es difícil e impráctico impedir completamente un enorme deslizamiento como el del Barrio El Berrinche. Sin mebargo, para un uso de suelo mejor en el futuro en el Barrio El Berrinche, sera necesario entender claramente el mecanismo de deslizamiento y tomar medidas efectivas contra deslizamiento. La siguiente propuesta son posibles contramedidas.

2.3.1 POZOS COLECTORES

Las rutas del flujo de agua subterránea desde el Barrio El Berrinche relativamente elevado son inseguras. Está determinado que el reservorio más grande de agua subterránea suministrada de la superficie de la corriente de agua sobre bloques de deslizamiento que es el bloque C. Para bloquear el suministro de agua del reservorio a la superficie plana deslizante del bloque de deslizamiento A es la manera más eficiente para estabilizar el deslizamiento en el bloque A. Sin embargo, el bloqueo y captación de agua subterránea es difícil en el área, porque el talud es abrupto y consiste en detritus de rocas. Bajo tal circunstancia, los lugares de pozos colectores

fueron seleccionados considerando las siguientes condiciones; las áreas de abundante agua subterránea dentro del bloque A, los lugares que formen probablemente bolsillos de agua subterránea (reservorios) durante fuerte lluvias, y valles, canales naturales, y arroyos que normalmente colectan el agua subterránea. En otras palabras, los siguientes hechos fueron tomados en consideración; (1) Pozo observatorio cercano BS-5 instalado por el Cuerpo de Ingenieros de EE.UU. y SERNA, (2) hubo abundante aguas de manantiales observadas en el sur del bloque A después del ataque del Huracán Mitch al área, (3) perforación B-2 de JICA, exhibiendo una geología que posiblemente se convertiría en reservorios, es un punto para afectar el movimiento del bloque A.

La ubicación de los pozos colectores se presenta en la *Figura G.2.6*. La *Figura G.2.7* ilustra detalles estructurales de pozos colectores. Los trabajos importantes y la cantidad para los pozos colectores de agua son los siguientes;

Tipo de trabajo	Especificaciones	Cantidad
Pozo de drenaje	3.5m (30 m c/piezas)	8 (240 m)
Perforaciones colectoras	50 m ea., 5x2 niveles, c/piezas, 66 mm	4,000 m
Perforación para drenaje	116 mm, SGP 90,100	600 m aprox.

2.3.2 SISTEMA DE DRENAJE

Es efectivo e importante tener una función de drenaje contra deslizamientos como parte del tratamiento de agua superficial, aunque el efecto no pueda cuantificarse. Esto evita la percolación del agua de lluvia o la penetración del agua de manantial y canal que pueda activar deslizamientos.

(1) Conductos de Gran Escala

En principio, deben planearse conductos de gran escala de tal forma que puedan bajar los niveles de agua subterránea en todas las áreas de deslizamiento. Sin embargo, los conductos en esta área están ubicados a lo largo de las rutas existentes del río para tratar efectivamente el agua superficial. Los conductos utilizan paredes de gavión. Los detalles estructurales aparecen en la *Figura G.2.8*.

1) Conducto A

Se propone un Conducto A que pase por la escarpa en la frontera oeste al punto de encuentro con el Conducto B al sur de Boel Chile. Se da énfasis a la longitud del conducto en la escarpa de frontera oeste por la enorme cantidad de agua superficial que corre por los taludes del Cerro El Berrinche y Barrio Campo Cielo durante lluvias fuertes. Los trabajos principales y cantidad para el conducto A son los siguientes;

Tipo de trabajo	Especificaciones	Cantidad
Doble drenaje abierto y cerrado	Unos 4.0 - 5.0 m x 2.0 m Canal abierto encima del drenaje de gavión	610 m

2) Conducto B

Se propone un Conducto B del sudoeste al noreste a lo largo de las rutas de río existentes en la parte central del área de deslizamiento. El Conducto B es un canal abierto del punto de encuentro con el Conducto A y fluye en el Río Grande o Choluteca.

Tipo de trabajo	Especificaciones	Cantidad
Conducto	Unos 4.0 - 5.0 m x 2.0 m	470 m
Doble drenaje abierto y cerrado	Canal abierto encima del drenaje de gavión	
Canal	Hormigón 2.0 m x 2.0 m	200 m

3) Conducto C

Se propone un conducto C a lo largo del canal sin revestimiento interior construido por el Cuerpo de Ingenieros de los EE.UU. Esto bloquea el flujo del agua que corre en la superficie al sur de Colonia Soto.

Tipo de trabajo	Especificaciones	Cantidad
Doble drenaje abierto y cerrado	Unos 4.0 - 5.0 m x 2.0 m Canal abierto encima del drenaje de gavión	350 m

4) Conducto D

Este es un canal abierto para evitar la corrosión producida por el agua que corre por la superficie en el talud del banco izquierdo de El Berrinche a lo largo del Río Grande o Choluteca.

Tipo de trabajo	Especificaciones	Cantidad
Canal	Hormigón 1.0 m x 1.0 m	210 m

2.3.3 GAVIÓN (PROTECCIÓN DE CANAL)

Esto es para instalar gaviones en la ladera del cerro del punto de inicio del Conducto A para proteger el canal contra caídas de rocas y colapsos de tierra de las escarpas de deslizamiento y mantener su función.

Tipo de trabajo	Especificaciones	Cantidad
Gaviones (Protección de canal)	Gavión: ancho 1.0 m x alto 1.0 m (3 capas) x largo 2m	50 m (75 Nos. de gaviones)

2.3.4 RETIRADO DEL SUELO EN LA CABEZA DE LA MASA DE DESLIZAMIENTO

Para aumentar la estabilidad del deslizamiento, el suelo en la cabeza de la masa de deslizamiento se retirará como se indica en la *Figura G.2.9*. La parte del suelo retirada está en el bloque C, que se compone de cantos rodados y materiales de suelo caídos de la corona del deslizamiento. Es necesario cavar zanjas de drenaje en el pie del talud cortado.

Tipo de trabajos	Area, Especificaciones	Cantidad
Retirado de tierra	Unos 22,000m ²	Unos 22,000 m ³
Canal	0.8 m x 0.8 m	675 m

2.4 ESTABILIDAD DEL DESLIZAMIENTO EL BERRINCHE

Suponiendo que el factor de seguridad de la condición de talud es 1.0, se evalúan los factores de

seguridad después de completar las contramedidas en esta sección. La evaluación de la estabilidad se realiza en base a las condiciones existentes del terreno, el nivel de agua subterránea monitoreado, el lugar estimado de la superficie de deslizamiento, los resultados del reconocimiento de campo, resultados de perforación y demás información.

(1) Sección Geológica B-4

Condiciones: a. Se considera una superficie de deslizamiento continua a través de A1, A2 A3.

b. Se define el nivel de agua subterránea más alto monitoreado.

c. El cálculo de fondo de la estabilidad se basa en los siguientes parámetros:

$$c = 25.0 \text{ kN/m}^2 \quad (c : \text{cohesión -- fijada})$$

$$\phi = 5.8814 \text{ grados} \quad (\phi : \text{ángulo de fricción interna})$$

La estabilidad después de completar las contramedidas

a; Después de que baje el nivel de agua subterránea en 5 m con un pozo colector

$$F_s = 1.051$$

b; Después de retirar la masa de tierra (1,600 m² en la sección) en la cabeza de la masa de deslizamiento

$$F_s = 1.112$$

a+b; Combinación de bajada del agua subterránea y retirada de la masa de suelo

$$F_s = 1.170$$

Se analizan contramedidas separadas contra el deslizamiento en la base del bloque B y bloque A3 en el banco izquierdo del Río Choluteca como trabajos de protección del banco del río.

3. BARRIO EL REPARTO

3.1 GENERALIDADES DEL DESLIZAMIENTO

La topografía de El Reparto varía de (1) pendientes fuertes de las áreas de tierras altas del oeste del Cerro El Picacho al este del camino Picacho, (2) a los cerros ondulados al este del camino Picacho donde cambia la topografía y (3) precipicios escarpados de 10 a 20 m de altura más hacia el este del valle principal de El Reparto. Las áreas de cerros se componen de bloques de deslizamiento viejos y depósitos de escombros derivados de los precipicios escarpados de El Picacho.

La geología de las áreas de cerros cerca de Picacho es de riolita Tpm y tobas, mientras que las tobas blanquecinas dominan este área. La Formación Río Chiquito se distribuye en la parte este de El Reparto y la parte de base del deslizamiento. La Formación Río Chiquito existe probablemente debajo del deslizamiento y se considera que afecta las actividades de deslizamiento.

El deslizamiento es de tipo Corrimiento de unos 200 m de longitud de la escarpa de deslizamiento a la base y con 150 m de ancho. El daño ampliado como desastre secundario en forma de flujo de escombros de los bloques de deslizamiento se esparció sobre áreas anchas.

3.2 BLOQUES DE DESLIZAMIENTO

Tal como aparece en la *Figura G.3.1*, el deslizamiento de Barrio El Reparto se divide en (1) bloque E que es un bloque de deslizamiento viejo compuesto de depósitos de escombros derivados del Cerro El Picacho, (2) bloque A saturado con gran cantidad de agua subterránea a

consecuencia del Huracán Mitch, (3) bloque B que es una escarpa en la parte superior del deslizamiento, (4) bloque C que es un bloque de movimiento importante, y (5) bloque D que se movió como un flujo de escombros. Se juzga que el deslizamiento es un tipo típico de deslizamiento de escombros basado en su forma. La geología en la base del deslizamiento se espera que sea una zona erosionada de la Formación del Río Chiquito juzgada por la geología que lo rodea. La mayor parte del bloque de movimiento se compone de depósitos coluviales de riolitas Tmp y tobas. El perfil del área de deslizamiento de Reparto se describe en la *Figura G.3.2*

La escarpa en la parte superior del deslizamiento se extiende al lado oeste de la escarpa y forma un precipicio fuerte. El escarpado del lado este está cerca de la parte superior del deslizamiento, mostrando un escarpado fuerte pero no es tan claro en la base del deslizamiento.

Se observan manantiales de agua (1) en la base de los depósitos coluviales en el bloque E a lo largo del arroyo de El Picacho, (2) en el fondo de la escarpa del lado oeste cerca de la parte superior del deslizamiento, y (3) en el talud cerca del lago al lado de la escarpa oeste en el bloque C. Se debe prestar atención a los largos en el bloque C debido a que la cantidad de flujo que entra en el agua superficial es muy grande.

3.2.1 CAUSAS DEL DESLIZAMIENTO DE TIERRA

El área es de un deslizamiento en gran escala. Una parte que incluye el bloque E es un área de deslizamiento viejo. Las áreas con deslizamiento provocado por el Huracán Mitch tienen señales de deslizamientos anteriores; hay por lo menos varios deslizamientos, aunque pequeños, después de la construcción del camino y se formaron lagos. Las causas del deslizamiento se tienen su origen en combinación con las siguientes consideraciones con los hechos anteriores;

1. Los depósitos coluviales de las áreas de cerros de El Picacho y los bloques de movimientos viejos contienen gran cantidad de tobas que hacen que el talud sea inestable.
2. La tierra se saturó con una gran cantidad de aguas superficiales y subterráneas por el Huracán Mitch además de un ya abundante suministro de aguas subterráneas de El Picacho.
3. Como causa artificial del deslizamiento, el arroyo presente en el borde este del deslizamiento desapareció por modificación artificial de un drenaje pequeño.
4. El flujo de aguas superficiales y subterráneas se bloqueó por la construcción del camino en la base del área de deslizamiento resultando en la creación de lagos.
5. Los drenajes en los lados del camino Picacho se construyeron mal y no pueden recibir la gran cantidad de agua de la superficie del camino así como el agua superficial del cerro.

Entre las causas anteriores, el ítem 3 – creación del lago – se considera que es el factor más importante para mejorar la suavización del fondo del bloque de deslizamiento.

3.3 CONTRAMEDIDAS CONTRA EL DESLIZAMIENTO DE BARRIO EL REPARTO

3.3.1 BASE DE LAS CONTRAMEDIDAS CONTRA EL DESLIZAMIENTO DE BARRIO EL REPARTO

Se esperan los siguientes escenarios para los deslizamientos del Barrio El Reparto.

1. En el bloque B, la escarpa colapsará resultando en un talud más estable.
2. En el bloque C, reactivación del bloque de deslizamiento en movimiento.
3. En el bloque D, se produce la salida de flujo de los depósitos de escombros.
4. En el bloque A, la parte superior del deslizamiento se vuelve inestable.

Considerando los escenarios anteriores, se proponen las siguientes contramedidas como trabajos principales.

1. Estabilizar la escarpa del deslizamiento incluyendo la escarpa lateral por un corte a un talud más suave suministrando drenajes y céspedes.
2. Drenar rápidamente el agua superficial mejorando el drenaje y suministrando pozos colectores para estabilizar el movimiento de bloques de deslizamiento y bloque A.
3. Instalar gaviones, drenajes y césped como una trampa de tierra de forma de estabilizar los depósitos de flujo de escombros (bloque D).

Las contramedidas propuestas son básicamente los métodos de control pasivos con el factor esperado de seguridad de 1.1 a 1.2. Entre los métodos propuestos arriba, sólo la bajada del agua subterránea con el uso de pozos colectores y el corte y recortado de pendientes contribuirá directamente para mejorar el factor de seguridad en términos de valores numéricos. Sin embargo, se espera que el drenaje superficial aumente considerablemente la estabilidad del talud en esta área, aunque la mejora puede no aparecer en valores numéricos.

3.3.2 CANALES

La mejor medida de defensa es drenar rápida y suavemente las aguas superficiales y subterráneas que puedan amenazar la estabilidad del talud y fuera del talud. Los Canales D propuestos aparecen en las *Figuras G.3.3 y G.3.4*.

(1) Canal A

Esto es para dar el Canal A a lo largo del cerro del camino Picacho. El camino existente tiene una zanja para recibir sólo el agua de la superficie del camino pero no hay instalaciones para recibir el agua superficial que baja por los cerros Picacho durante una lluvia fuerte.

Canal A	Tipo de trabajos	Especificaciones	Cantidad
A	Hormigón	1.0 m x 1.0 m	600 m
	Caja de desagüe		3 nos.

La caja de desagüe se instalará al otro lado del camino para drenar el agua del Canal A en el cerro al Canal B en el lado del valle.

(2) Canal B

El Canal B funciona como canal de transición para el agua que baja de los valles Picacho por el desagüe debajo el camino Picacho que va al Canal C y Conducto Cd1.

Canal B	Tipo de trabajos	Especificaciones	Cantidad
B1, B2	Hormigón	0.8 m x 0.8 m	100 m cada uno, 200 m en total

(3) Canal C

Este canal corre casi a lo largo de las rutas de río existentes en el borde oeste del área de deslizamiento del camino Picacho. Este canal es importante porque pasa por el canal natural que desapareció debido a modificaciones artificiales de la tierra y los lagos que se formaron por la construcción del camino. Como la pendiente del canal es muy inclinada, se instalarán depósitos en dos lugares para reducir la velocidad de flujo del agua que corre dentro del canal para que actúen como reservorio de control de flujo.

Canal C	Tipo de trabajos	Especificaciones	Cantidad
C	Hormigón	1.0 m x 1.0 m	750 m
Depósitos	Hormigón	15 m x 20 m x 2 m	3 lugares

(4) Canal D

Toda el agua del área de deslizamiento dentro del valle principal de El Reparto se recoge en este canal a través de otros canales. Durante el Huracán Mitch, los escombros se arrastraron por este canal. Después del Huracán Mitch, la parte río arriba del canal no funciona como canal.

Canal D	Tipo de trabajos	Especificaciones	Cantidad
D1	Hormigón	1.2 m x 1.2 m	260 m
D2	Hormigón	1.5 m x 1.5 m	150 m
D3	Hormigón	0.5 m x 0.5 m	110 m

El Canal D3 recibe el agua de los Conductos Cd2, Cd3, y Cd4 que descargan el agua superficial y subterránea de los depósitos de flujo de escombros.

3.3.3 CONDUCTOS

El Conducto Cd1 es un drenaje subterráneo grande, abierto con dos funciones; como canal para recibir el agua del camino Picacho y el agua superficial de los valles en el área El Picacho por B1 y B2; y como Conducto A para descargar aguas subterráneas de poca profundidad que vienen de los lados del cerro de El Picacho a través de los depósitos de talud. Los Conductos Cd2, Cd3 y Cd4 tienen el propósito de evitar los movimientos de tierra por descarga del agua superficial del bloque D que se desplazó y entró debajo del arrastre de. La *Figura G.3.5* muestra el concepto de las estructuras.

Conductos	Tipo de trabajos	Especificaciones	Cantidad
Cd1	Gaviones, hormigón, tubos, membranas a prueba de agua	3.0-2.0 m x 2.0 m	350 m
Cd2	Gaviones, hormigón, tubos, membranas a prueba de agua	1.5 m x 1.5 m	220 m
Cd3	Gaviones, hormigón, tubos, membranas a prueba de agua	1.5 m x 1.5 m	200 m
Cd4	Gaviones, hormigón, tubos, membranas a prueba de agua	1.5 m x 1.5 m	110 m

3.3.4 POZOS COLECTORES

Los lagos aparecen como resultado del agua subterránea juntada en el fondo del bloque de deslizamiento que se filtra abundantemente de los pies y taludes de los cerros de Picacho así como el agua superficial que se filtra de las zonas de los valles anteriores que desaparecieron después de las modificaciones artificiales de la tierra. Los manantiales también aparecen en otros lugares. Por lo tanto, se determina que el método de bajada del agua subterránea es muy efectivo para estabilizar el deslizamiento.

Se determina que el área alrededor de la parte superior del bloque C sea el más efectivo para los

lugares de los pozos colectores porque la cantidad de agua de manantial es muy importante.

Tipo de trabajos	Especificaciones	Cantidad
Pozos de alivio	3.5 m x 15 m de profundidad	1
	3.5 m x 10 m de profundidad	1
Perforaciones de recolección	50 m c/u., 66 mm	1000 m
Taladrado para drenaje	116 mm, SGP90	230 m

3.3.5 CORTE, RECORTE Y PROTECCIÓN DE TALUD

La escarpa en el bloque B es la parte más inestable en el deslizamiento con peligro potencial de colapso debido a la lluvia y movimientos de tierra colapsada.

La medida propuesta para mejorar la estabilizar y para cortar y ajustar la escarpa a aproximadamente 1: 1.2. Las escarpas en el lado del deslizamiento también se cortan y recortan para que coincidan la forma y elevación de la topografía (Algunas de las casas ubicadas en la escarpa del lado este deben cambiarse de lugar). Los métodos de protección de talud incluyen la guardia, drenaje transversal, drenaje longitudinal e hidro-germinación.

Tipo de trabajos	Area	Cantidad
Retirado de tierra	Unos 150 m x 100 m	Unos 25,000 m3
Protección de talud	Unos 100 m x 50 m	Unos 5,000 m2

Además, se propone instalar el gavión en una sección de 100 m como parte del método de protección de talud para proteger el Canal C ubicado en la escarpa del lado este del bloque C de la tierra colapsada. Además se proponen 3 capas de gaviones al final del bloque D para evitar la pérdida de tierra por erosión.

Protección de talud	Tipo de trabajos	Especificaciones	Cantidad
Protección del Canal C	Gaviones	1 m de ancho, 1 m de alto, 2 m de largo, 3 capas	100 m (150 Nos.)
Protección de pie de talud del bloque D	Gaviones	1 m de ancho, 1 m de alto, 2 m de largo, 3 capas	560 m (750 Nos.)

3.3.6 RECUPERACIÓN DE CAMINOS

Se proponer recuperar los caminos dañados por el Huracán Mitch y utilizarlos para los trabajos de construcción de arriba.

Pavimentación de caminos		Especificaciones	Cantidad
Camino R1	170 m	6 m de ancho	1,020 m2
Camino R2	220 m	6 m de ancho	1,320 m2

3.4 ESTABILIDAD DEL DESLIZAMIENTO DE BARRIO EL REPARTO

Con el supuesto de que el factor de seguridad para la condición de talud existente es 1.0, se analizó el factor de seguridad después de completar las contramedidas (medidas preventivas). Se realizó el análisis basado en las condiciones de terreno existentes en el deslizamiento de El Reparto, las condiciones geológicas reveladas en el reconocimiento del sitio del agua subterránea, los resultados de las perforaciones exploratorias y otra información.

(1) Sección geológica O – O'

Condiciones: a. Las condiciones del terreno son las mismas que las condiciones existentes.

b. El nivel de agua subterránea se estima basado en observaciones de campo en el reconocimiento del sitio y los resultados de las perforaciones exploratorias.

c. Se supone que los parámetros del suelo son los siguientes:

$$c = 14.3 \text{ kN/m}^2 \text{ (c : cohesión --- fijada)}$$

$$\phi = 10.994 \text{ grados (phi : ángulo de fricción interna)}$$

Contramedidas

a. Recorte del suelo en la cabeza de la masa de deslizamiento

$$F_s = 1.090$$

b. Bajada del nivel de agua subterránea con pozo colector (con el recorte mencionado arriba)

$$\text{Caja con bajada en 5m (a GL-10.0 m) } F_s = 1.272$$

$$\text{Caja con bajada en 3m (a GL-8.0 m) } F_s = 1.205$$

Un factor de seguridad de 1.2 puede mantenerse con una combinación de (a) el recorte en la cabeza de la masa de deslizamiento y (b) bajada del nivel de aguas subterráneas con el pozo colector.

4. EL BAMBÚ

4.1 GENERALIDADES DEL DESLIZAMIENTO DE TIERRA

Este deslizamiento de tierra fue causado por el Huracán Fifi en 1974, pero no se informaron movimientos importantes durante el Huracán Mitch. Sin embargo, como el agua superficial de las áreas río arriba concentradas en la quebrada El Bambú (canal sin revestimiento) corre por la parte central del Area de Estudio, el río fue objeto de socavación y erosión debido a la gran inclinación y se formaron escarpas de 3 a 7 m de altura, muchas de las cuales colapsaron. La gente tiene miedo de la gran cantidad de tierra colapsada que fluye río abajo.

El deslizamiento es de unos 300 m de largo de la escarpa a la base. Las escarpas forman una media luna con forma de semicírculo y en dos niveles (un nivel en la parte de derrumbe) con unos 200 m de largo t 15 a 25 m de altura. Este deslizamiento es muy escarpado comparado con otros deslizamientos típicos. La forma es como una escalera con forma circular en la parte inferior.

4.2 GEOLOGÍA

La geología del área de deslizamiento encima de la escarpa de cabeza es una toba blancuzca de Formación Ignimbrítica (Tpm3). Debajo de la escarpa hay una masa de tierra en movimiento que se compone casi siempre de tobas blancuzcas erosionadas. En la parte inferior del deslizamiento se observó arcilla de la Formación Río Chiquito. Todos ellos tienen un patinaje rápido cuando están sujetos a repetidas grietas por encogimiento y suavización por absorción de agua.

No se sabe bien la forma del plano deslizante. Sin embargo, el deslizamiento tiene una forma circular cerrada en la base tal como se explicó arriba y se cambió la forma de suministrar el agua al plano deslizante después de producirse el deslizamiento por el Huracán Fifi, pero parece estar actualmente inactivo.

Los temas inmediatos en el área actual son la socavación y erosión, causados probablemente por

un rápido flujo de agua que corre por la inclinación fuerte de la quebrada El Bambú (canal), y el resultante colapso de los bancos del río y fluye fuera de la tierra colapsada. Para evitar la socavación, erosión y flujo fuera de la tierra y conservar la tierra del área El Bambú es necesario preparar y tomar contramedidas.

4.3 CONSIDERACIONES DE CONTRAMEDIDAS EN EL AREA EL BAMBÚ

Se observa el flujo de agua en la parte superior este del deslizamiento cuando hace buen tiempo, con una pequeña cantidad de agua del manantial y una determina cantidad de agua miscelánea.

Hay dos drenajes laterales con paredes de piedra a lo largo del camino PICACHO que viene del noreste del área de Bambú a El Picacho. El agua del drenaje normalmente se filtra en el suelo pero una considerable cantidad de agua parece fluir a la quebrada El Bambú corriendo por el drenaje cuando hay muchas precipitaciones. Se formaron gargantas profundas por la erosión del suelo suave a lo largo del río con gran inclinación debido a la entrada de una gran cantidad de agua, incluso cuando se produce temporalmente. Por lo tanto, las medidas que detienen la erosión deben tener primera prioridad.

- Como el deslizamiento se considera inactivo en la actualidad, cualquier cambio en las condiciones naturales y artificiales (conservación de la topografía, condiciones de drenaje, etc.) no deben afectar adversamente el deslizamiento.
- Se debe aligerar la influencia del agua superficial con canales temporales para que fluya el agua superficial y para evitar la erosión al producir lluvias fuertes.
- En el futuro debe establecerse un plan de drenaje regional que incluya el área de Bambú para que el agua superficial no se concentre en la quebrada El Bambú (canal), incluso al momento de lluvias fuertes.
- Como la inclinación actual de la quebrada El Bambú (canal) no puede cambiarse mucho, la topografía actual de taludes pronunciados como gargantas debe cambiarse a taludes más suaves y debe establecerse un plan de uso del suelo para taludes suaves. Por ejemplo, debe estudiarse la combinación de un área de bosque con una cerca que retenga la tierra, trabajos de mimbre y plantación de árboles. Se recomienda incluir, para mejores prestaciones, un esquema de plantación de árboles, implementado actualmente por una organización no gubernamental.

4.4 CONTRAMEDIDAS

4.4.1 CANAL Y RECESO (RESERVORIO)

Contra un colapso potencial en ambos lados del canal como garganta y la salida de flujo de la tierra colapsada, se propone la instalación de gaviones para mantener la función del canal. También se propone un receso (reservorio) en 3 lugares para reducir la velocidad del flujo. La *Figura G.4.1* muestra el mapa de ubicación de las estructuras y la *Figura G.4.2* muestra el concepto de estas estructuras.

Tipo de trabajo	Especificaciones	Cantidad
Canal	Hormigón 1.0 m x 1.0 m	260 m
	Gaviones (260 m x 2) x 1/2 x 3 capas	1,580 Nos.
Receso (reservorio)	Hormigón 3.0 m x 5.0 m x 2.5 m	3 lugares
	Gaviones (2+5+5+2) x 3 capas	72 Nos.
	Unos 24 Nos. x 3	

4.4.2 TRATAMIENTO AL FINAL DEL CANAL

Para evitar la rápida salida de flujo de la tierra en el deslizamiento se proponen estructuras al final del Canal A con gaviones (3.0 m de alto y 10.0 m de largo) y tubos Hume colocados hacia abajo. La *Figura G.4.2* muestra la estructura planeada.

Tipo de trabajo	Especificaciones	Cantidad
Gaviones al final del canal	Gaviones 3.0 m de altura, 10.0 m de largo	20 Nos.
	Tubos Hume 1,350 mm x 2	2 Nos.

5. SUPLEMENTO

5.1 TRABAJOS DE PERFORACIÓN

Se realizaron trabajos de perforación para investigar el mecanismo del deslizamiento para planear medidas de prevención de deslizamientos. En El Berrinche, se abrieron 16 perforaciones con una longitud de taladrado total de 450 m. El contenido de los trabajos de perforación es el siguiente:

- Perforaciones para monitorear el agua subterránea
3 perforaciones, B-8, W-1 y W-2
- Perforaciones para medición de desplazamiento del suelo (Inclinómetro)
8 perforaciones, B-1, B-2, B-3, B-4, B-5, B-6, B-7 y B-9
- Perforaciones para investigación del suelo
5 perforaciones, C-1, C-2a, C-2b, C-3 y C-4

En El Reparto, se abrieron 6 perforaciones con una longitud de taladrado total de 150 m como sigue:

- Perforaciones para monitorear el agua subterránea
3 perforaciones, R-1, R-3 y R-5
- Perforaciones para medición de desplazamiento del suelo (Inclinómetro)
3 perforaciones, R-2, R-4 y R-6

Los resultados de la perforación fueron muy útiles para revelar la estratificación y estructura geológica en el sitio y entender el mecanismo del deslizamiento. El período de monitoreo del agua subterránea en el estudio fue algo corto de solo 2 meses. Sin embargo, entendemos que el gobierno de Honduras continuará el monitoreo del comportamiento del agua subterránea y los resultados del monitoreo contribuirán a entender mejor el mecanismo del deslizamiento. Todos los resultados de los trabajos de perforación aparecen en el Libro de datos.

5.1.1 AGUAS SUBTERRÁNEAS

Se nota lo siguiente como resultado de los trabajos de perforación de JICA:

1) El Berrinche

Las perforaciones B-1, W-1, B-2 y W-2 están en el borde norte del bloque de deslizamiento. El área de estas perforaciones estuvo presionado por el deslizamiento y después se rellenó para volverlo al nivel original. Los suelos encontrados de la superficie a profundidades de 15 a 26 m son materiales que rellenan la depresión. Los suelos relleno son bastante flojos con vacíos relativamente grandes y cantos rodados de riolita. El nivel del agua subterránea en esta capa era bajo al momento de la perforación. Sin embargo, el nivel del agua subterránea subirá

rápidamente después de una lluvia fuerte y la capa contendrá una gran cantidad de agua, como en una reserva. En algunos lugares como los de las perforaciones B-3, B-6 y B-8, escombros gruesos depositaron y las capas de arcilla están intercaladas en capas de escombros. Se encontraron varios acuíferos aparentemente en estos lugares porque las capas de arcilla impermeable están intercaladas por escombros. Sin embargo, el taladro por las capas de arcilla normalmente produce una menor diferencia en las cabezas de agua en acuíferos. El monitoreo de largo plazo del agua subterránea ayudará a entender el comportamiento del agua subterránea y sus efectos en el comportamiento del deslizamiento.

2) El Reparto

Los niveles de aguas subterráneas en todas las perforaciones excepto R-1 y R-6 fueron relativamente poco profundos. Los niveles de agua en las capas más profundas se encontraron frecuentemente a una profundidad más baja debido a que el taladrado penetró capas de arcilla impermeable. Sin embargo, puede ser apropiado suponer un nivel de agua subterránea poco profundo para el análisis del comportamiento del deslizamiento, basado en las condiciones del agua superficial y las características topográficas del deslizamiento.

En el lugar de la perforación R-1, el subsuelo se compone de escombros relativamente densos de deslizamientos viejos y tobas de Teg. Hay un arroyo de agua en un pequeño valle cerca de la perforación. Sin embargo, el nivel del agua subterránea en la perforación fue bastante profunda a 17.3 m debajo del nivel del suelo.

5.1.2 DESPLAZAMIENTO EN LA TIERRA

Basado en los resultados de las mediciones en todas las 13 perforaciones de inclinómetro en El Berrinche y El Reparto, no se observó ningún desplazamiento claro debido al deslizamiento en el período de monitoreo, cuyas principales razones se consideran que (1) el período de monitoreo fue corto y (2) las lluvias en el período de monitoreo son insignificantes. Algunos desplazamientos aparentes se registraron en algunas de las perforaciones de inclinómetro. Sin embargo, hubieron desplazamientos aparentes medidos en la etapa inicial del monitoreo cuando el contacto entre las cajas de inclinómetro y suelo se volvieron estables. En las perforaciones de inclinómetro en SERNA, la única perforación con inclinómetro, BS-4 (INCL-2), registró un desplazamiento obvio en el suelo. La perforación BS-4 está en la Estructura Hanger en la parte superior de la masa deslizante y el movimiento producido por el Huracán Mitch todavía no se paró completamente.

5.2 TRABAJOS DE DRENAJE DE AGUA SUPERFICIAL

Se estimó la descarga de agua superficial de los sitios de Berrinche, Reparto y Bambú con una formula racional como la de la siguiente tabla.

Sitio	A (km ²)	f	R (mm/h)	Q (m ³ /s)
Berrinche	0.7	0.9	20	3.5
Reparto	0.56	0.9	20	2.8
Bambú	0.12	0.9	20	0.6

Las secciones de canal de drenaje se determinaron por cálculo de desplazamiento. Esas secciones son suficientes para una intensidad de lluvias de 1/50 años.

Los canales de drenaje tienen suelo estático a intervalos de 20 - 30 m y se construye una consolidación de pie en los extremos de cada canal de drenaje y canales de confluencia.

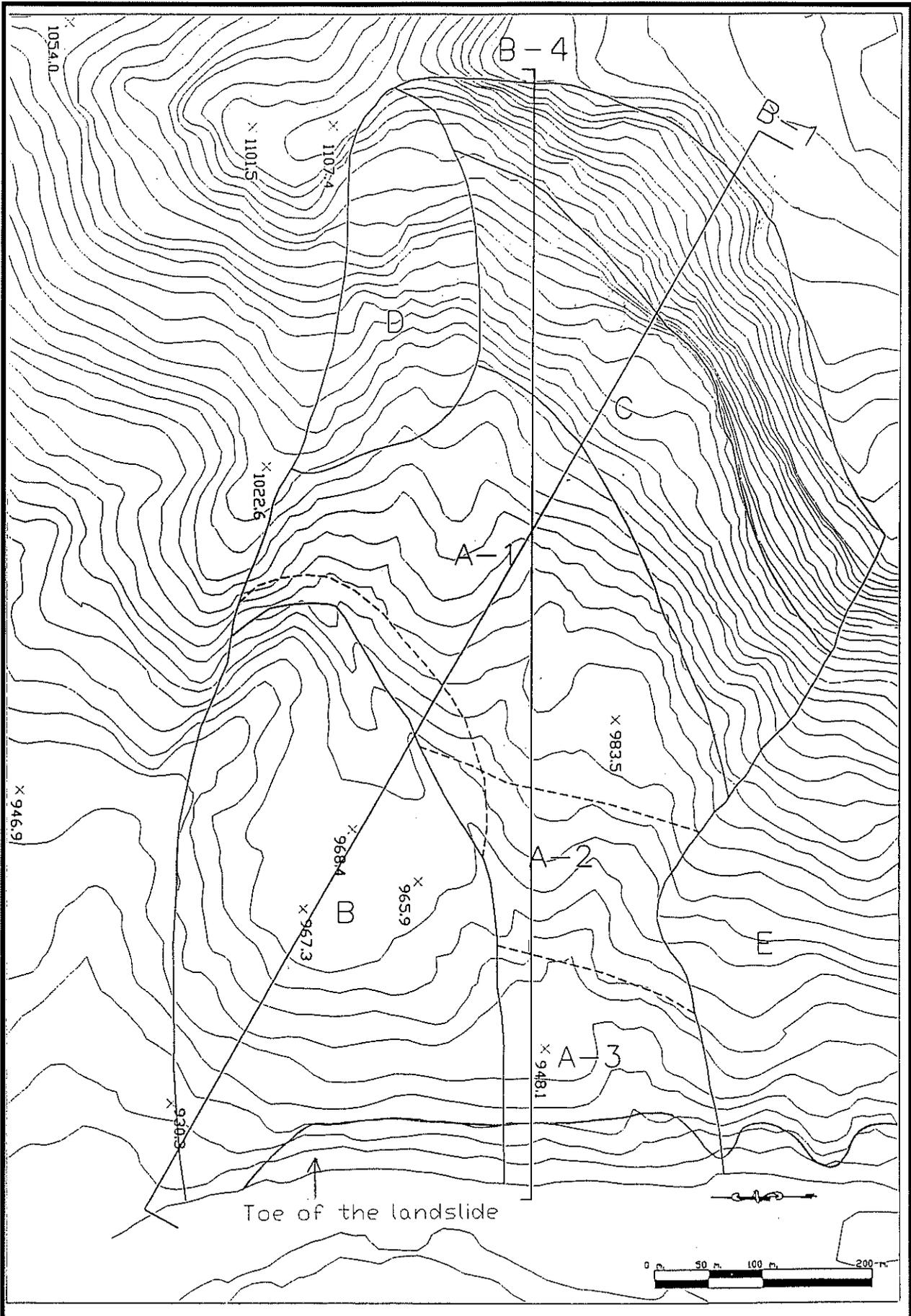


Figura G.2.1

Deslizamiento de Varios Bloques (El Berrinche)

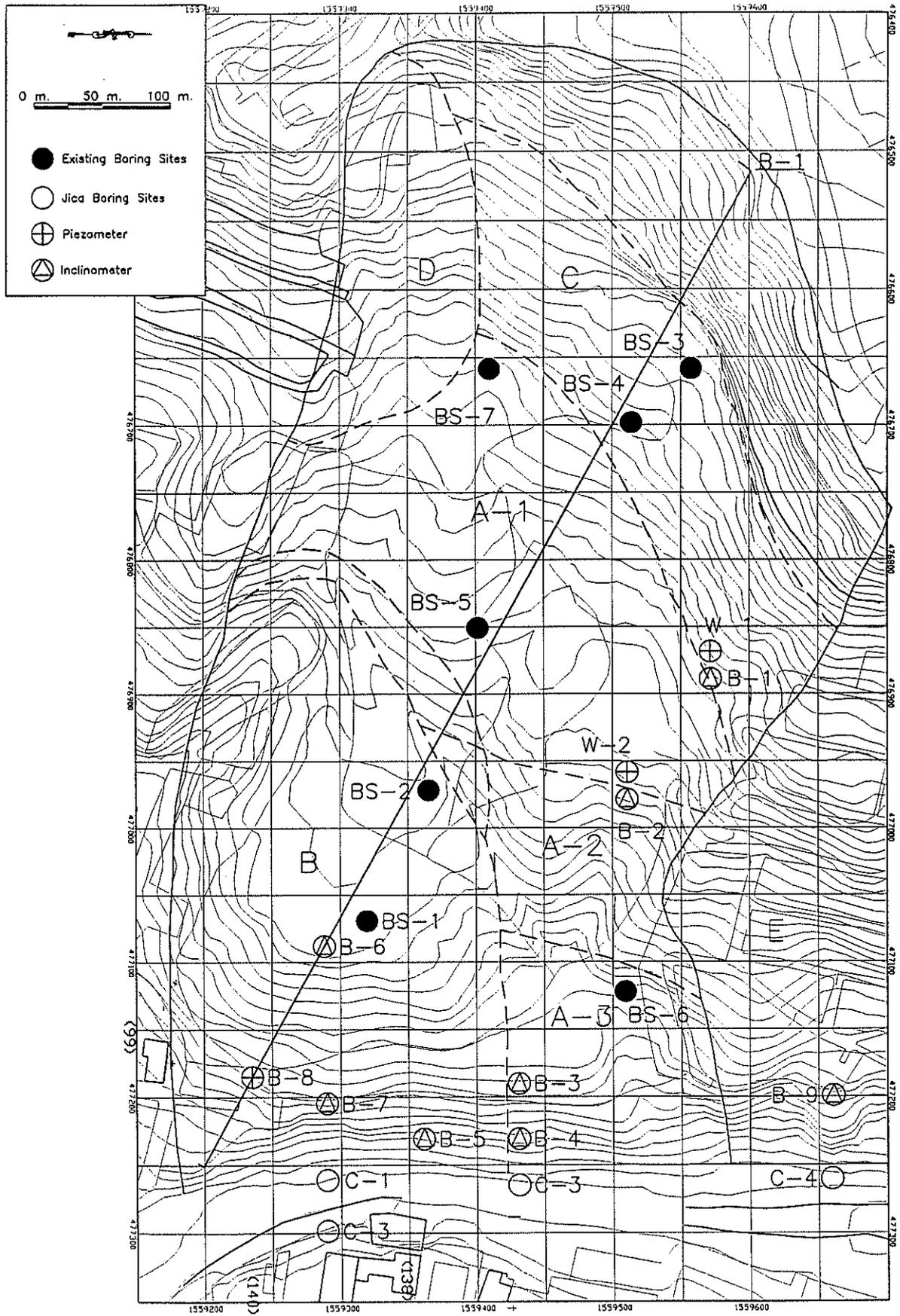


Figura G.2.2

Deslizamiento de Bloques y Ubicación de Perforaciones (Berrinche)

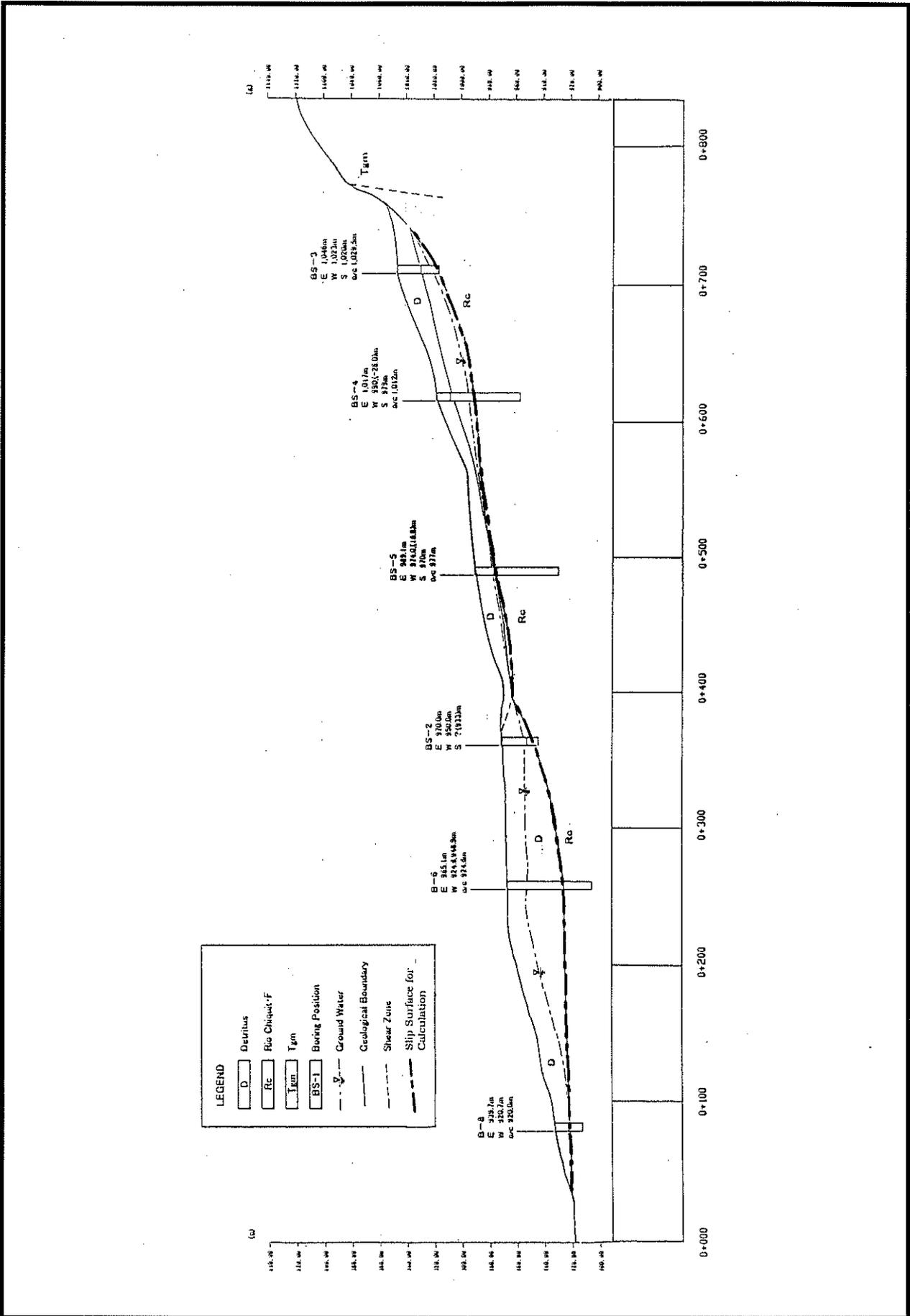


Figura G.2.3

Perfil de El Berrinche (Sección B-1)

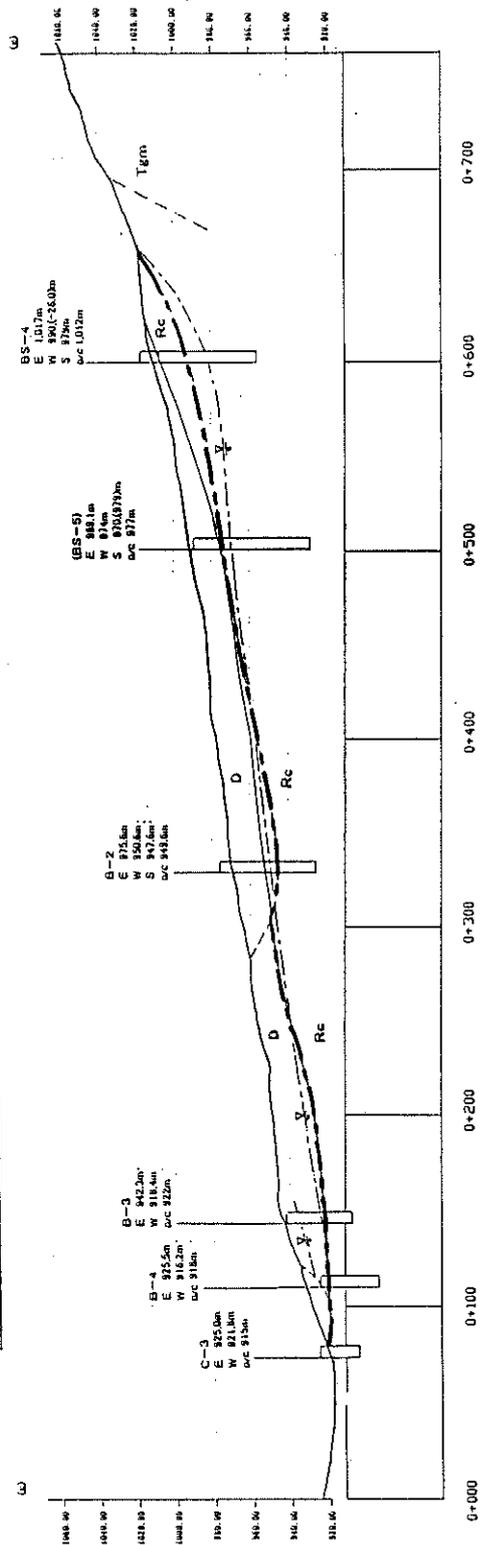
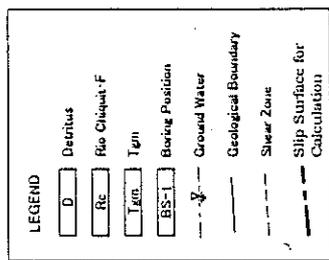
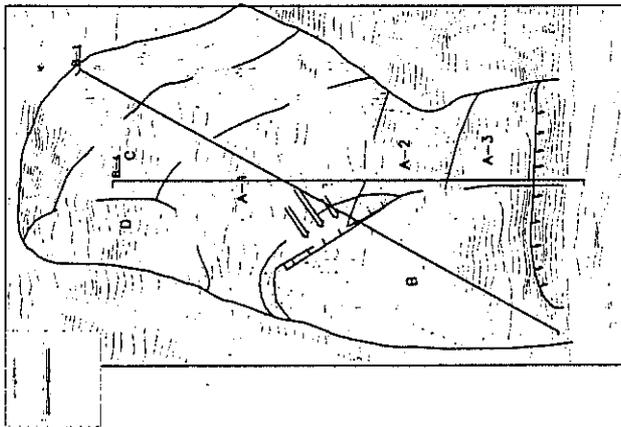
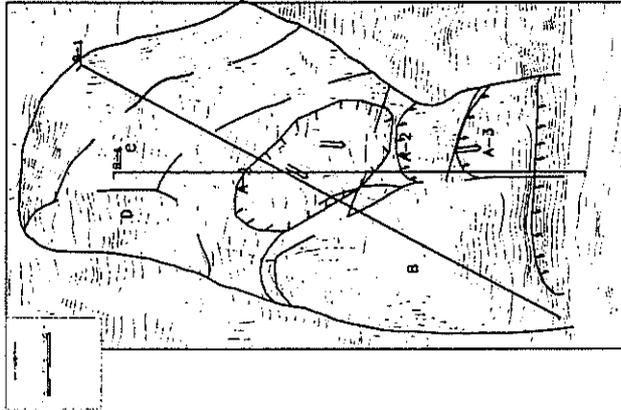


Figura G.2.4

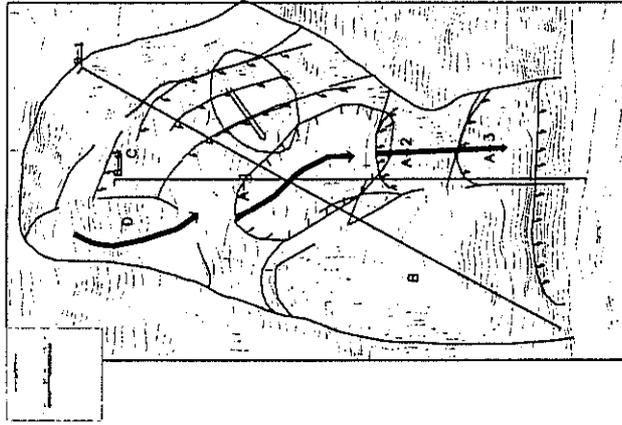
Perfil de El Berrinche (Sección B-4)



I
When the Hurricane Miche came, the landslide block A-1 began to move toward B block. The landslide block A-1 compressed the block B, then the toe section of block B where confront to the Rio Choluteca began to collapse. This landslide start to obstruct the flow of Rio Choluteca.



II
The landslide block A-1 changed its movement direction toward the block A-2, the block A-2 pushed the block A-3, the block A-3 slide toward Rio Choluteca. Then the block A-3 began to collapse into Rio Choluteca. The obstruction of river flow began to increase.



III
The landslide block C began to move to landslide A-1. Mud and Debris flow from block D flows into the Rio Choluteca

Figura G.2.5

Progresión de Deslizamiento (El Berrinche)

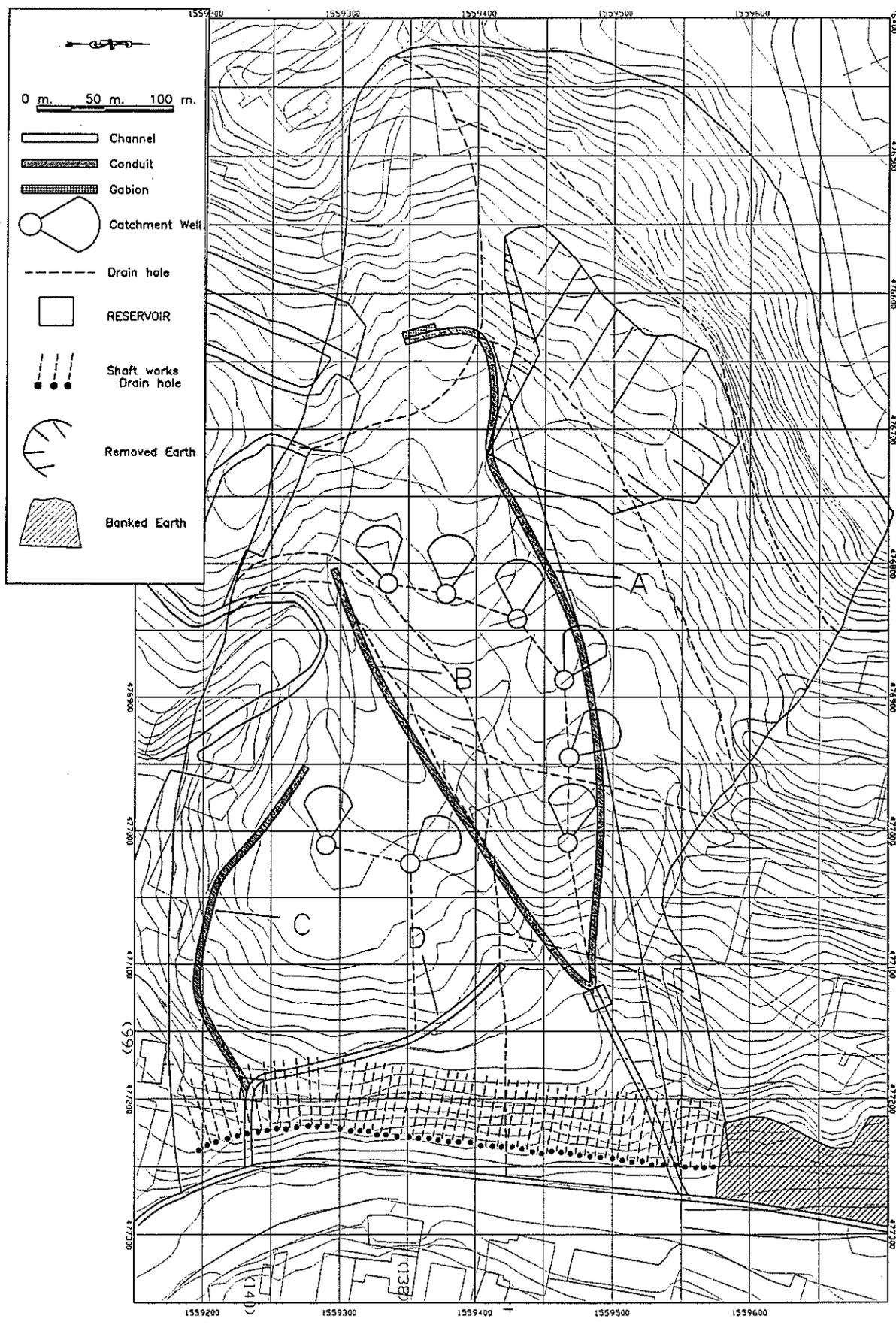


Figura G.2.6

Contramedidas Planeadas (El Berrinche)

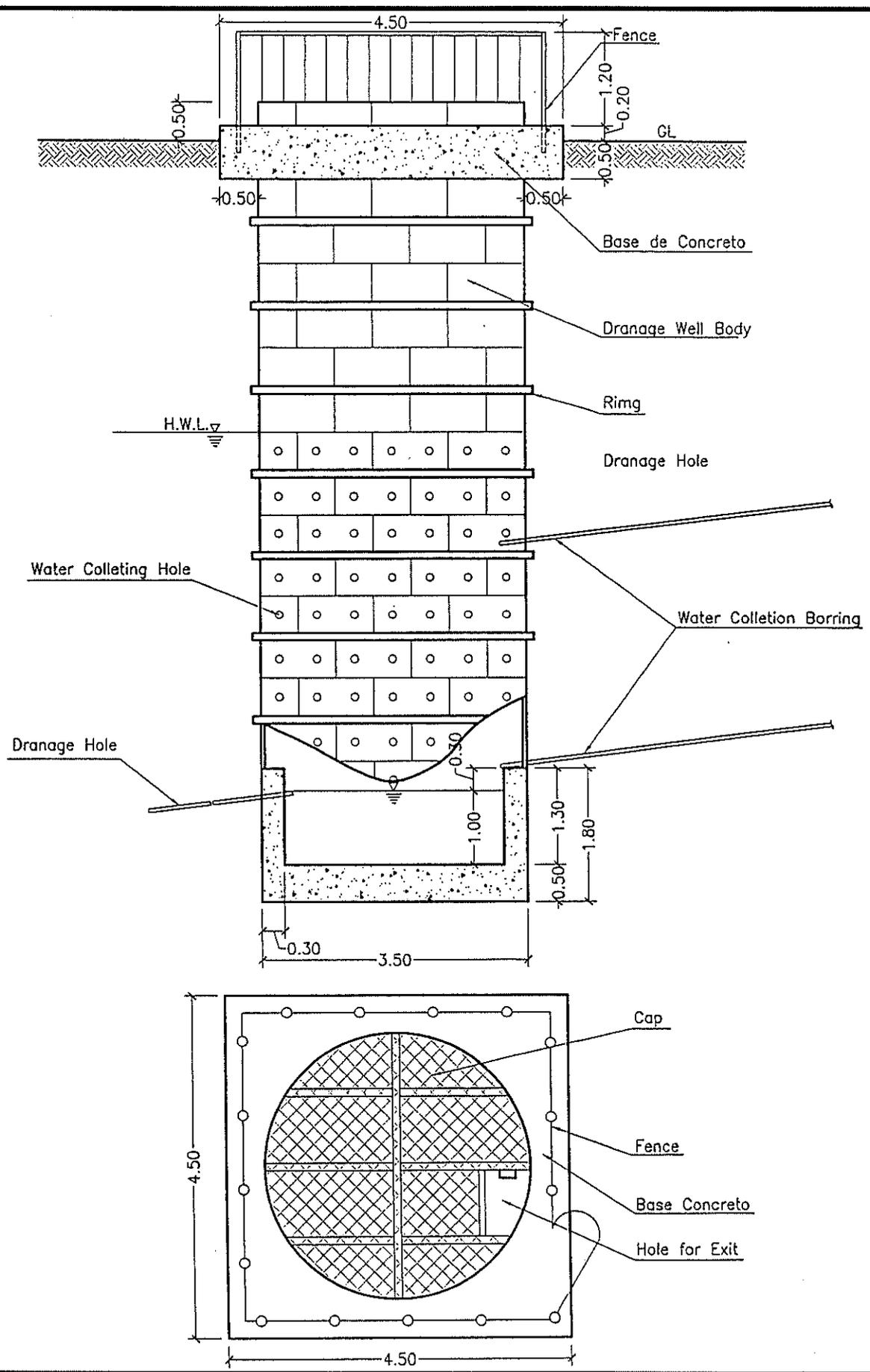


Figura G.2.7

Muro Colector

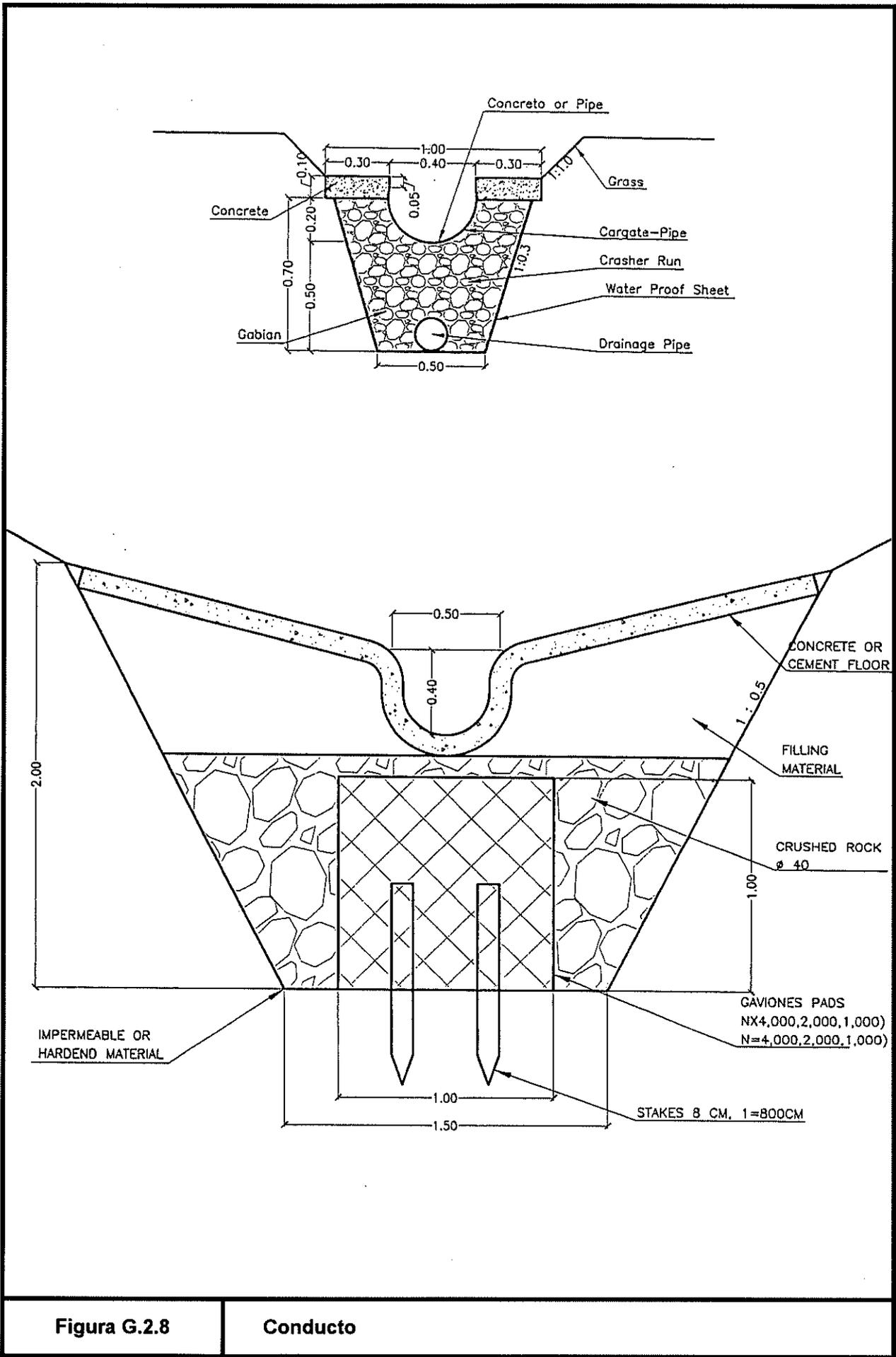
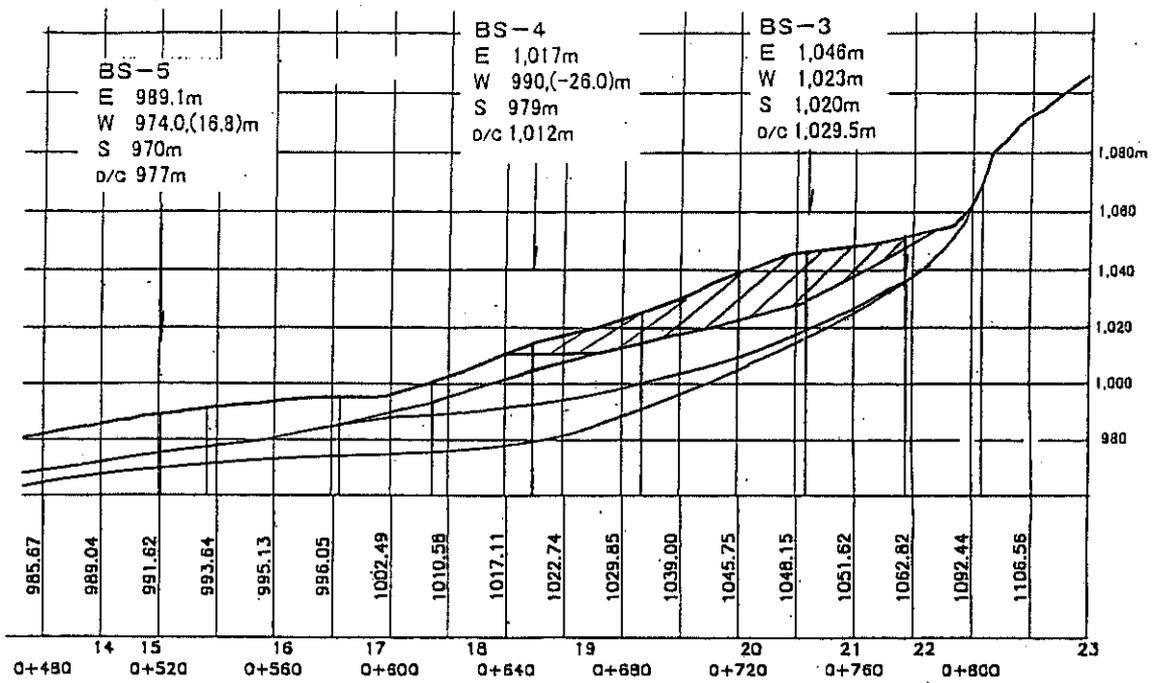


Figura G.2.8

Conducto



Removal Earth Area 1. (Cross Section B - 1)

Figura G.2.9

Perfil de Area de Tierra Extraída (El Berrinche)

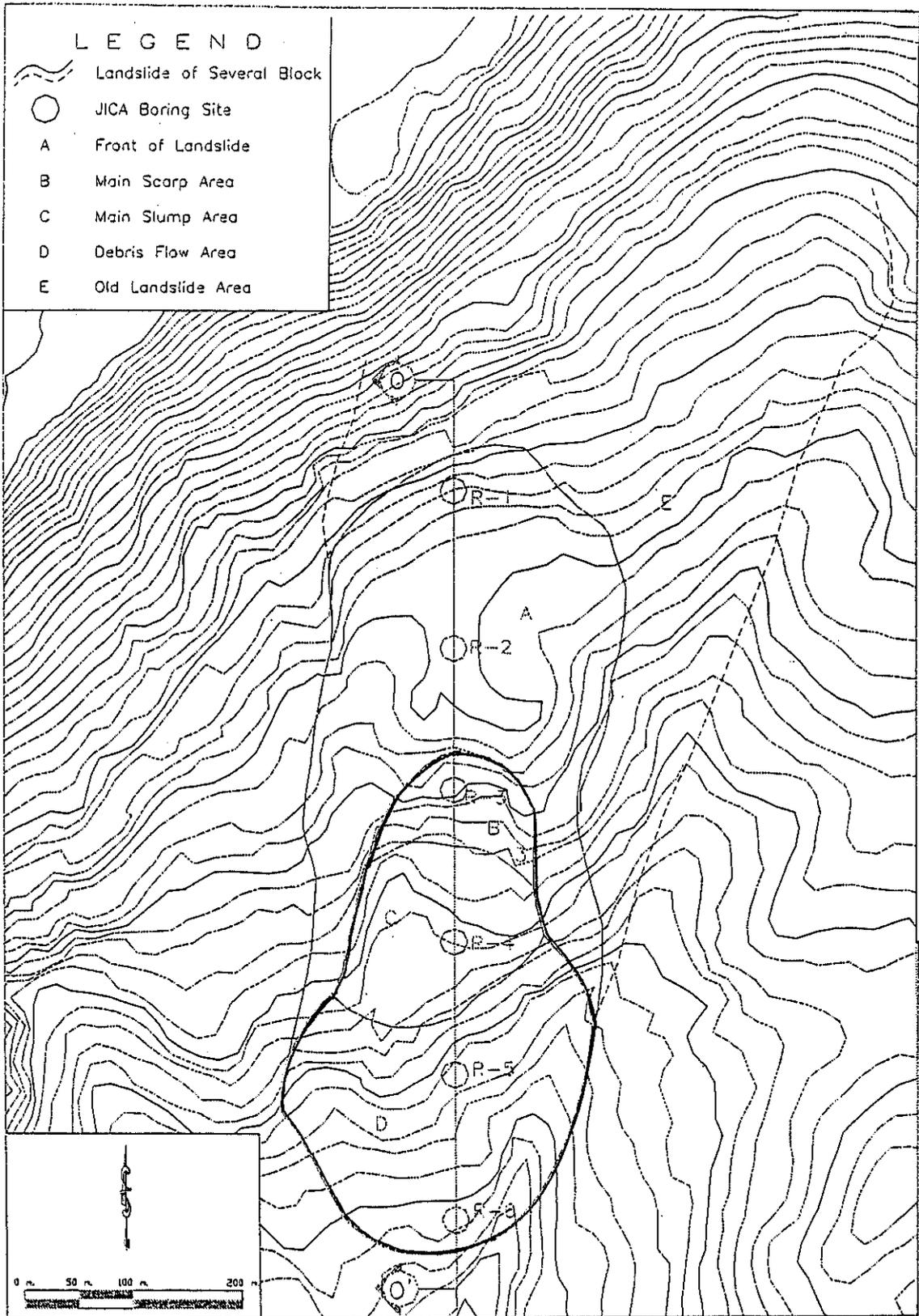


Figura G.3.1

Deslizamiento de Varios Bloques (El Reparto)

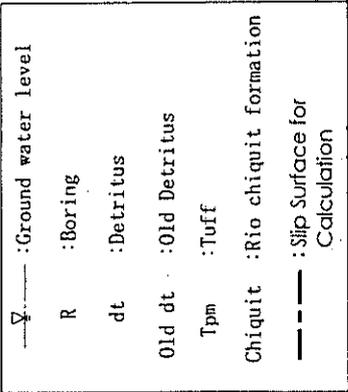
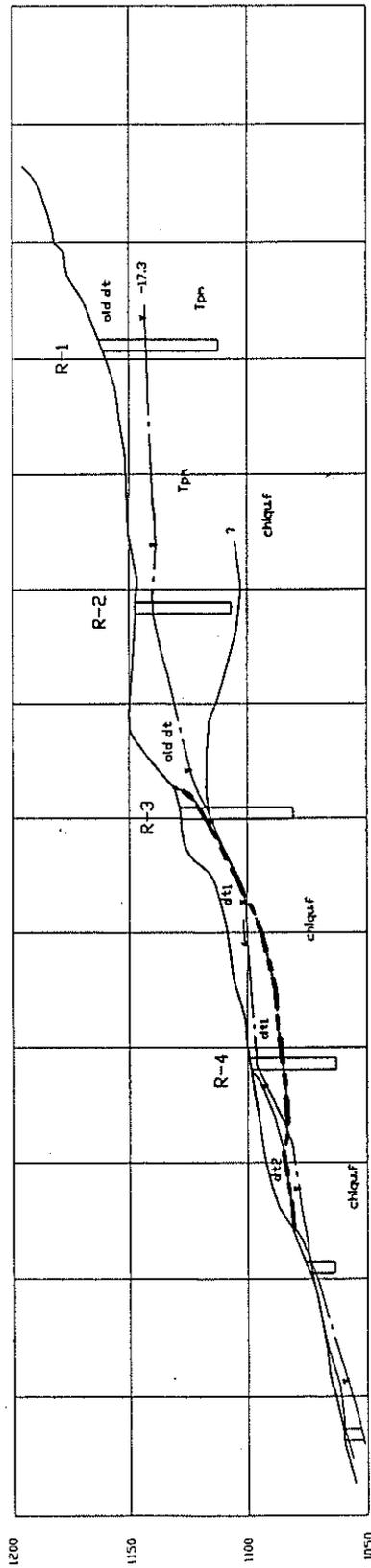
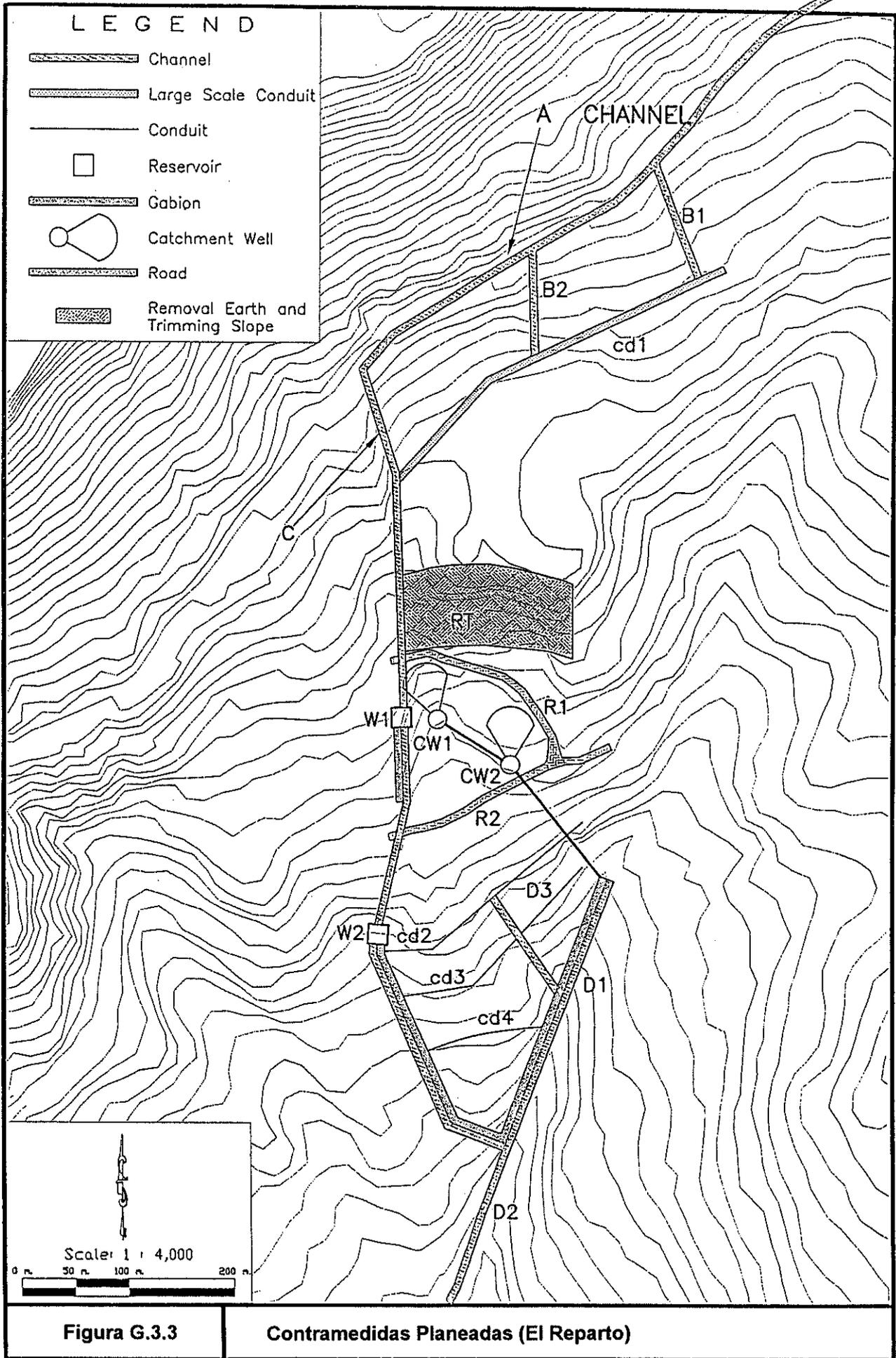
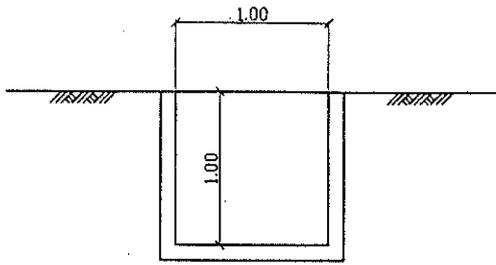


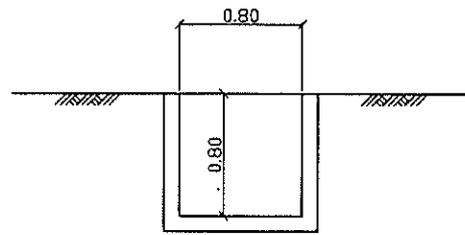
Figura G.3.2

Perfil de El Reparto

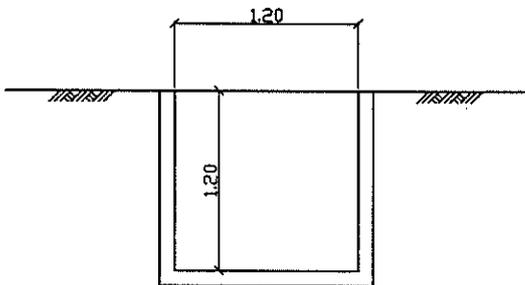




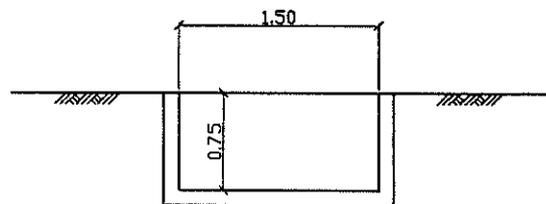
A,C channel



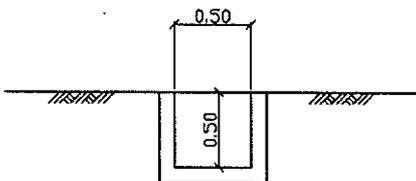
B channel



D1 channel



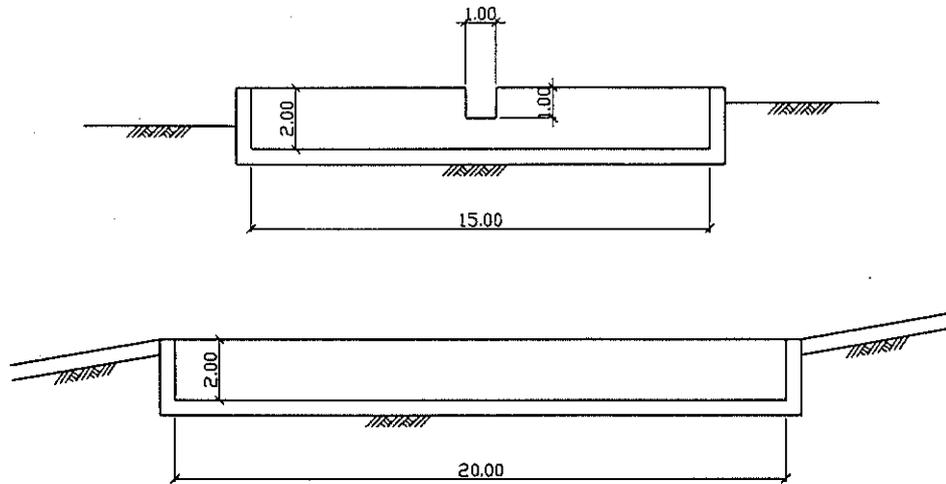
D2 channel



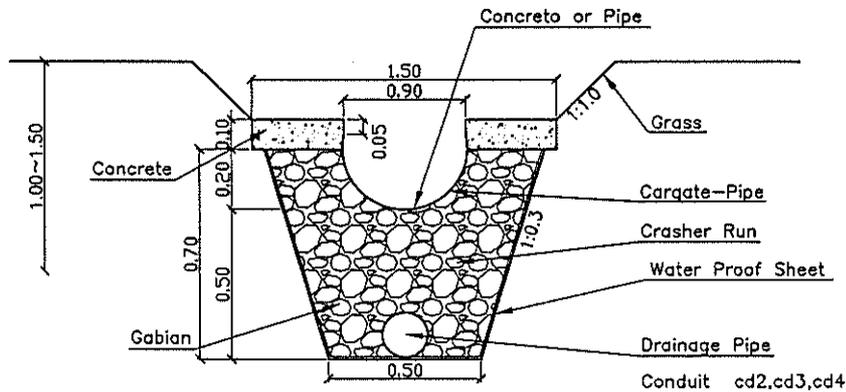
D3 channel

Figura G.3.4

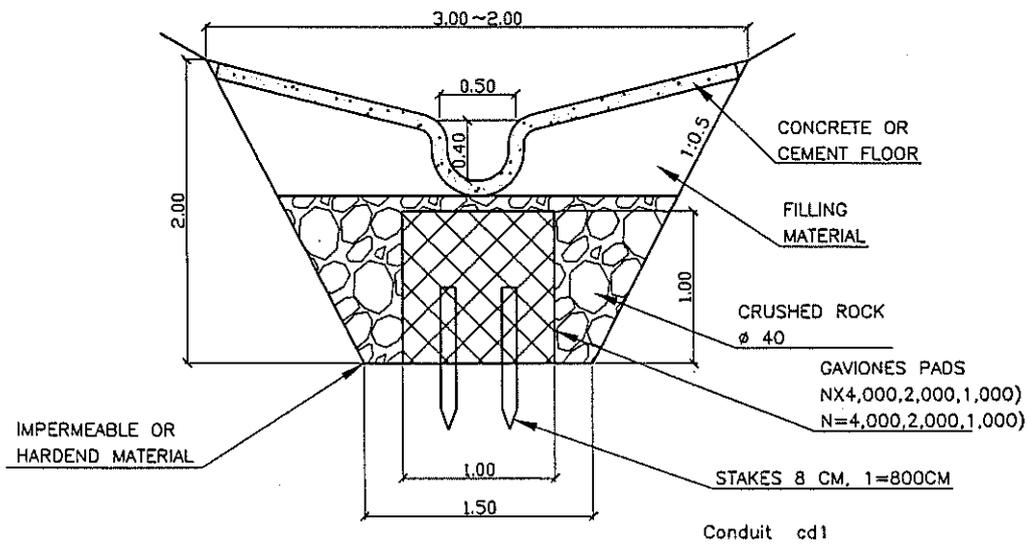
Estructura de Sistema de Drenaje Planeada



Reservoir (w1,w2,w3)



Conduit cd2,cd3,cd4



Conduit cd1

Figura G.3.5

Sistema de Drenaje Planeada

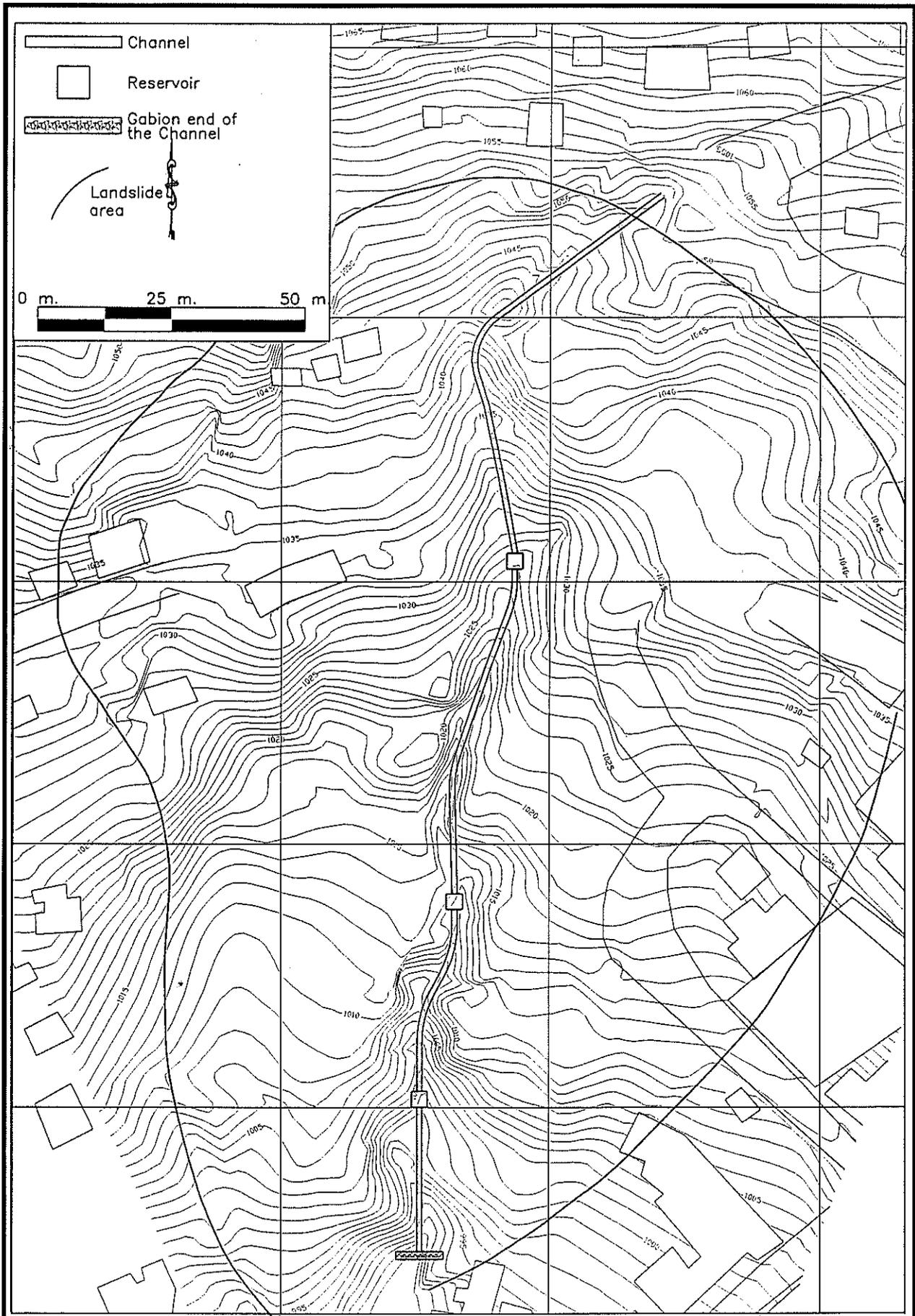
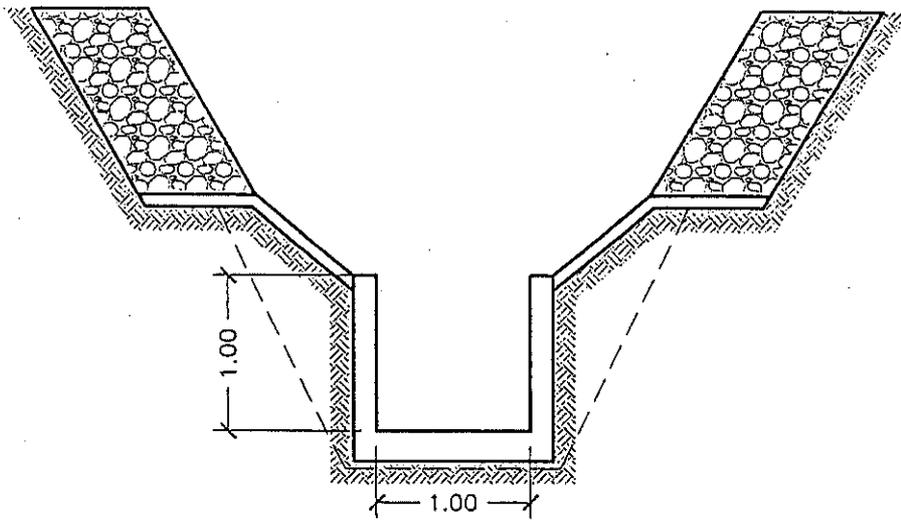
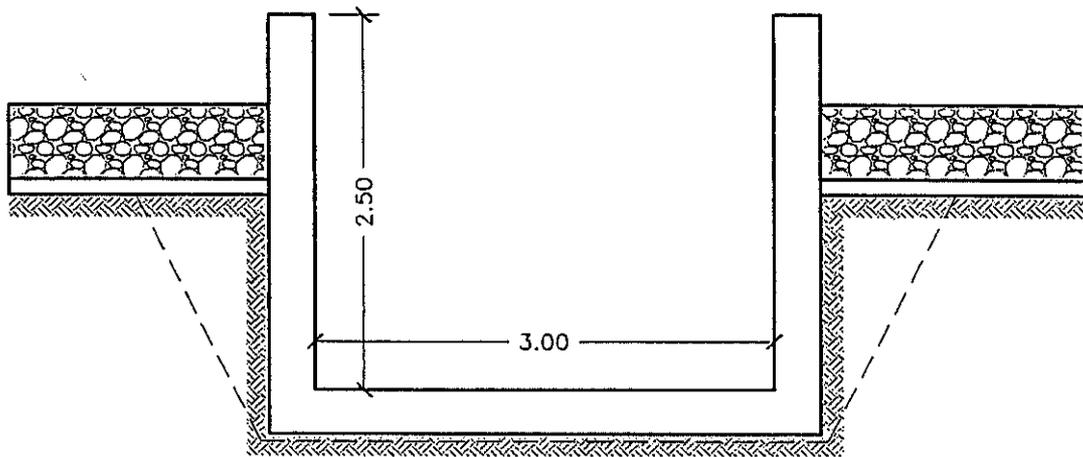


Figura G.4.1

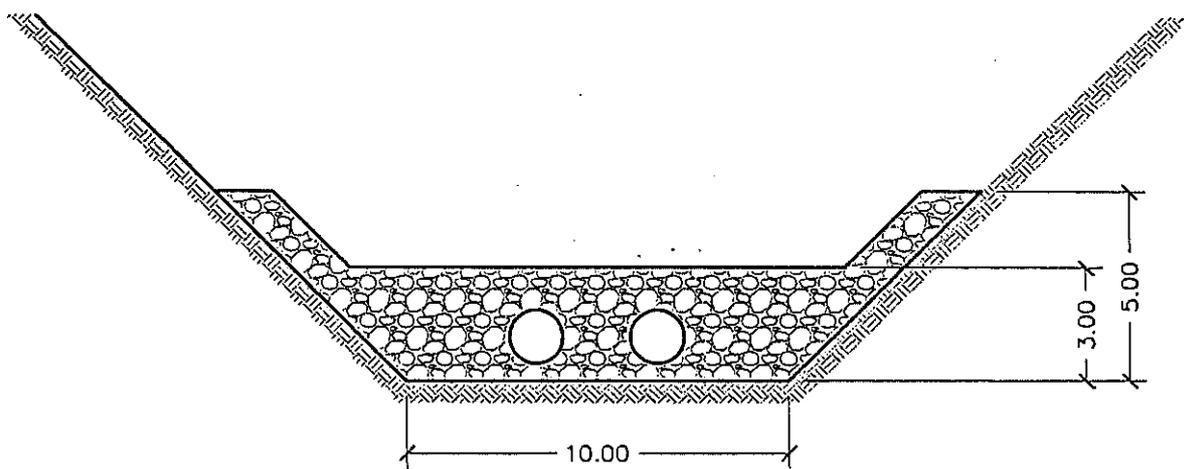
Sistema de Drenaje Planeada (El Bambú)



CHANNEL



RESERVOIR



END CHANNEL GABION

Figura G.4.2

Estructura de Sistema de Drenaje Planeada (El Bambú)

REFERENCIAS

- 1) Geology of the Tegucigalpa Cuadrangle Francisco Morazán, IGN, SANAA
- 2) Robert d. Roggers and eugene A. OConner, Project for the incorporation of groundwater and sources from the mountains of Chile for the water supply of Tegucigalpa, Lotti & Associati
- 3) Reniery Elvir Aceituno, Geología y riqueza mineral de Honduras,C.A., ago.1995
- 4) Informe sobre desarrollo humano Honduras 1999, El Impacto de un huracán, nov. 1999, UNPD(PNUD)
- 5) Allen P. king, Landslides : Extent and economic significance in Honduras, 1989, USDA Forest Service
- 6) Juan Carlos Andino, Proyecto Piloto "Deslizamiento Cerro El Berrinche""Levantamiento Topográfico", ene. 1994, UNAH (Universidad Nacional Autónoma de Honduras)
- 7) Miguel J. Kozuch, Informe Geológico preliminar de la parte sur este del cerro El Berrinche (Colonia Buena Vista), jul.1988, SERNA
- 8) Informe de Perforación, Puente El Chile Río Choluteca Tegucigalpa M.D.C., feb.2000, Central Consultant
- 9) Boring Report, Puente El Chile Río Choluteca Tegucigalpa M.D.C., feb.2000, Geotechnique and Pavement
- 10) Proyecto de Mitigación de Desastres Naturales
- 11) Plan de Acción Zona El Reparto, CODEM
- 12) Project Portfolio, feb.2001, WORLD BANK
- 13) Levantamiento Topográfico, Monitoreo geodésico superficial (Mapa de ubicación de sondeo en El Berrinche por SERNA), SERNA
- 14) Mapa nacional de riesgo por deslizamientos, jul. 2001, IGN