

2-2-2 Plan Básico

2-2-2-1 Establecimiento de Factor de Seguridad Planificada

(1) General

En Japón, cada institución administrativa tiene individualmente sus normas de factor de seguridad planificado, sin embargo, muchas de las cuales están sujetas a las “Normas Técnicas de Control de Erosión de los Ríos” supervisadas por el Ministerio de Tierras, Infraestructuras, Transporte y Turismo de Japón arriba mencionadas. En estas normas se estipula que se define el factor de seguridad actual según el movimiento de deslizamientos de tierra y el factor de seguridad planificado se determina considerando el grado de importancia del lugar de proyecto, la escala, el impacto de damnificación, el tipo de obras preventivas (control o contención).

El factor de seguridad planificado en las obras preventivas de deslizamientos de tierra es lo que ha establecido cuánto por ciento debe subir el factor de seguridad actual (proporción entre la fuerza de deslizamiento y la de resistencia) a través de las obras preventivas. En Japón, en caso de que el deslizamiento de tierra sea de gran escala y se trate de un proyecto de prevención del mismo con alta importancia social, en muchos casos se toma $F_s = 1.20$ como factor de seguridad planificado. No obstante, para satisfacer $F_s = 1.20$, hay muchos casos en los que se requieran las obras de contención representadas por pilotes de tubo de acero, pilotes de fundación de pozos, anclajes, etc. Del aspecto económico, a veces, una vez elevado el factor de seguridad por las obras de control como primer paso, se hace elevar gradualmente el factor de seguridad por las obras de contención.

Tabla 2-1 Factor de Seguridad Planificado en los Principales Lugares Sufridores de Grandes Deslizamientos de Tierra

Nombre de Lugar	Escala de Deslizamiento	Factor de Seguridad Actual	Factor de Seguridad Planificado	
Monte Chifu	L:700 m x W:500m x D:60m	$F_s = 1.00$	PFs = 1.20	Pozo de infiltración, drenajes, pilotes de tubo de acero, pilotes de fundación de pozos, anclajes
Zentoku	L:250m x W:200m x D:40m	$F_s = 1.00$	PFs = 1.20	Pozos de infiltración, pilotes de fundación de pozos, anclajes
Yamagiwa	L:300m x W:300m x D:60m	$F_s = 0.98$	PFs = 1.05	1) Pozo de infiltración, drenajes,
			PFs = 1.10	2) Movimientos de tierra
			PFs = 1.15	3) Pilotes de fundación de pozos
			PFs = 1.20	4) Anclajes
Distrito Ohe	L:200m x W:150m x D:20m	$F_s = 0.95$	PFs = 1.20	Drenajes, conductos abiertos y cerrados, Pozos de infiltración, perforaciones horizontales
Valle Murai	L:900m x W:450m x D:40m	$F_s = 0.98$	PFs = 1.15	Pozos de infiltración, perforaciones horizontales, pilotes de contención
Distrito Kantei	L:60m x W:40m x D:28m	$F_s = 0.98$	PFs = 1.17	Pozos de infiltración, perforaciones horizontales, anclajes
Distrito Mizukami	L:300m x W:250m x D:40m	$F_s = 0.95$	PFs = 1.20	Pozos de infiltración, perforaciones horizontales, movimientos de tierra, terraplén, pilotes de contención
Mauritius Distrito La Butte	L:400m x W:700m x D:30m	$F_s = 1.00$	PFs = 1.20	Pozos de infiltración, drenajes, movimientos de tierra, pilotes de tubo de acero

En caso de grandes deslizamientos como de El Berrinche y de El Reparto, para satisfacer 1.20 del factor de seguridad planificado, se requieren un gran número de obras preventivas. Desde el punto de vista económico se considera que es adecuado emplear a la vez la elevación del factor de seguridad por las obras de control, satisfaciendo el alcance (Fs1.10-1.20) de “las Normas Técnicas de Control de Erosión de los Ríos” y las medidas no estructurales (establecimiento de sistema de alerta y evacuación bajo el aprovechamiento de monitoreo, etc.)

(2) Factor de seguridad planificado que será adoptado en el presente Proyecto (borrador)

En el Berrinche será poca la influencia directa en viviendas cuando ocurra el deslizamiento de tierra, pero hay posibilidad de que se genere algún desastre secundario como inundaciones de amplia área por el bloqueo del río Choluteca. Además, debido a que su dimensión es grande, se muestran límites en la elevación de factor de seguridad planificado por obras preventivas, por lo tanto, se asegurará $Fs = 1.10$, límite superior del factor de seguridad que se pueda elevar con las obras de control, sin aplicar obras de contención que requieren un costo enorme.

En el Reparto habrá un gran impacto en las viviendas periféricas cuando se genere un deslizamiento de tierra. Debido a que su dimensión es moderada, se pretende lograr aproximadamente $Fs = 1.15$, límite superior del factor de seguridad que se pueda elevar con las obras de control, sin aplicar obras de contención.

2-2-2-2 Suposición de la Superficie de Deslizamientos y Cálculo de Estabilidad

(1) Suposición de la Superficie de Deslizamiento

1) Resumen de la Geología de las Áreas Objeto del Estudio

Según el Estudio sobre “el Control de Inundaciones y la Prevención de Deslizamientos de Tierra en el Área Metropolitana de Tegucigalpa de la República de Honduras” efectuado por JICA en 2002, la geología de las áreas objeto del presente Estudio, se compone de lutolitas, siltitas y areniscas (Krc) en color rojo ocre de la formación Valle de Ángeles del período cretácico e ignimbritas, riolitas, tobas ácidos (Tpm1 y Tpm3), etc. que se contienen en la formación Padre Miguel del neógeno dentro de los estratos geológicos descritos en la *tabla 2-2*.

Tabla 2-2 Estratigrafía del Territorio Municipal de Tegucigalpa

Era	Period	Epoch	Symbols	Features
Cenozoico	Cuaternario	Aluvial	dt	Detritus sediment (based on a landslide, a slope failure, etc.). It consists of debris and earth and sand.
			Qa1	The latest alluvial sediment. It consists of clay, sand and boulders.
			Qe3	Lower terrace sediment : Fan of Sands and cobbles
		Pleistoceno	Qe2b	Terrace sediment of middle rank: It consists of sand and stones. A matrix is not solid. An old fan or the sediment on the bottom of a river. It mainly consists of volcanic rock after the Tertiary. The color is from dark gray to gray.
			Qe2a	Terrace sediment of middle rank: It consists of sand, stones, and silt. Tightness is good although a matrix is not solid. An old fan or bottom of river, and the sediment of a lake. It mainly consists of rock of Valle de Angeles group, and volcanic rock after the Tertiary. The color is from dark brown to blackish brown.
			Qe1	Higher terrace sediment: It mainly consists of sand and stones, and tuff layer is inserted. By oldest terrace deposits, the matrix is consolidated weakly.
			Qb	Lava of basalt (olivine slanting feldspar and scoria)
			Qan2	It is distributed on the hill of Cerro Grande. It consists of andesite lava. Although the rock itself is precise hard, joint progresses and it is easy to dissociate massively. In the border part of a range, this stratum serves as cap rock and tends to cause a landslide.
			Qan1	It is distributed over the low rank of Qan2. It consists of andesitic and rhyolitic tuff. Banded structure progresses. It is weak in weathering and easily to deteriorate in it. It becomes the cause of a landslide rarely.
	Terciario	Mioceno (Padre Miguel Group)	Odt	It is mainly distributed near a Villa Nueva area. It consists of debris of the stones which made the subject rhyolite with a diameter of 20cm – 3m, and has a Valle de Angeles Group origin. Half a matrix is solid, tightness is good.
			Tpm3	Ignimbric sequence, upside member: Tuff of rhyolite of many colors. Some sedimentary rocks equipped with volcanic debris, tuff of quartz andesite nature, and tuff that andesitic tuff. This rock itself is massive and it is solid. When a stratum with weak intensity is distributed over the low rank of this stratum, it is easy to generate a landslide.
			Tep	It consists of rhyolitic tuff and conglomerate, sandstone, and siltstone. It deposits in underwater environments, such as a river. Stratified structure progresses almost horizontally. It is easy to dissociate from a stratum side, and may become the cause of a landslide in the part where the stratum inclines.
			Tcg	Cerro Grande member: Ignimbrite and rhyolite lava equipped with the matrix of crystals of the glassy quartz and crystal feldspar of a violet color. The rock itself is very hard, it is strong in weathering, and tends to form a steep cliff. Logic progresses and it is easy to dissociate. When this rock is distributed on a layer with weak intensity, this rock serves as cap rock and it is easy to generate a landslide. The deterioration action is received locally, and in the portion, intensity is falling remarkably and it is easy to generate a slope failure.
			Tpm2	Ignimbric sequence middle member: Tuff by which quartz andesite nature was divided by class by style rhyolite. Banded structure progresses and it becomes the cause of a layer slide.
			Tpm1	Member of an Ignimbric sequence low rank: Tuff of rhyolite of many colors. Some sedimentary rocks equipped with volcanic debris, tuff of quartz andesite nature, and andesitic tuff.
Tpml	Lahars (debris flow tuff) with clast of tertiary volcanic rocks and cretaceous sediments. It consists of debris and consolidated sandstone. It is hardly the cause of a landslide by massive and hard ones.			
Oligoceno (Matagalpa F)	Ti	Rhyolitic intrusive rock which is intrusive in Valle de Angeles Group: Generally along with a dislocation, it is distributed, deterioration is given to Valle de Angeles Group, and it is easy to become the cause of a slope failure.		
	Tm	Matagalpa formation: It consists of tuff, tuff breccia, and the andesite lava which presents a green color as it's base. It is easy to weather and changes in the shape of clay easily near the surface of the earth. For this reason, it is easy to become the cause of a landslide.		
Mesozoico	Cretaceous (Valle de Angeles Group)	Krc	Rio Chiquito formation: It consists of mudstone, siltstone, sandstone, thin conglomerate layer, and thin limestone layer. Stratified structure is made. It's colors are blackish brown. It is easy to weather and changes simply to earth and sand. It is the stratum which is easy to generate a landslide and a slope failure.	
		Kvn	Villa Nueva formation: Conglomeratic siliciclastic layers (with clast of metamorphic and volcanic rock and limestone). Brown to light red sandstone and some volcanic tuff. Stratified structure progresses partially. It's colors are thin red to dark purple. Although it is strong compared with Krc, the landslide is generated locally.	

JICA: Estudio sobre el Control de Inundaciones y la Prevención de Deslizamiento de Tierra en el Área Metropolitana de Tegucigalpa de la República de Honduras (2002)

2) Deslizamiento de El Berrinche

Topografía y Geología

El deslizamiento de El Berrinche tiene 320,000 m² de superficie, 400 m de ancho y 800 m de longitud. La altitud de su corona es de 1,060 m sobre el nivel del mar, y la de su extremo inferior es de 920 m, la misma altitud del lecho del río Choluteca. En la parte inferior del área deslizada había una colonia llamada “Soto”, que fue destruida totalmente por el deslizamiento ocurrido por el paso del huracán Mitch de 1998.

Detrás de esta corona se extiende un área plana elevada ligeramente con una altitud entre 1,000 a 1,200m, y en esta área una vez se intentó construir una carretera para la edificación de viviendas, pero actualmente dicho intento está suspendido, dejando esta carretera sin terminarse. El límite entre el deslizamiento y el declive suave situado en la corona es una escarpa con una pendiente de casi 40 grados y una diferencia en elevación entre 80 a 100m, en la cual aflora la estructura prismática bien desarrollada de ignimbritas o riolitas (Teg) que se contienen en la formación Padre Miguel. Se considera que esta escarpa es un barranco generado por el deslizamiento de la era paleozoica.

Análisis del Mecanismo del Deslizamiento

El tramo de unos 800 m de longitud desde el pie de dicho barranco de la era paleozoica hasta la orilla del río Choluteca es un suave declive con un promedio de pendiente casi 10 grados. Se considera que en el momento del huracán Mitch de 1998 se deslizó la totalidad de este declive suave. Este declive suave está dividido en unos bloques según la diferencia de modalidades del deslizamiento en los informes del Estudio sobre “el Control de Inundaciones y la Prevención de Deslizamientos de Tierra en el Área Metropolitana de Tegucigalpa de la República de Honduras” y del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE.UU. (junio de 2001). En el presente Estudio se analizó la superficie de deslizamiento, dividiendo este declive en los siguientes 5 bloques:

- A: Es el bloque situado en el lado sur de la plataforma media del área deslizada que tiene una topografía de forma convexa. Se compone de los depósitos de deslizamiento que contienen masas de roca principalmente de riolitas (Teg), etc.
- A': Es el bloque de forma extendida en dirección este-oeste desde la plataforma media a lo largo de la pared situada en el lado norte hasta la orilla del río Choluteca. Su parte superior situada al nordeste del Bloque A tiene una delgada forma ovalada. Por otro lado, su parte inferior se usa como vertedero de tierras privado y está cubierta por un terraplén, cuyo espesor es de unos 10 m. Además, está formada una quebrada entre este bloque y la pared situada en el lado norte.
- B: Es el bloque en forma de meseta, situado entre el Bloque A y el río Choluteca. Es el área donde se formaba la colonia Soto antes del deslizamiento causado por el huracán Mitch, y en su corona está formada un área plana con una altitud de 975 a 980 m, la cual actualmente se usa como campo de fútbol. Su extremo inferior es un declive de casi 15 grados de pendiente que conecta con la orilla del río Choluteca, y la diferencia en elevación entre el lecho del citado río y el campo de fútbol es de unos 50 m.

- C: Es un declive con unos 20 grados de pendiente, distribuido entre el Bloque A, el Bloque A' y el barranco generado por el antiguo deslizamiento. De su forma, se considera que se desplazó siguiendo a los movimientos resbalantes del Bloque A y del Bloque A'.
- D: Es el bloque que se compone de escarpas con una pendiente de 20 a 30 grados distribuidas desde el pie del barranco pronunciado, que fue formado por el despegamiento de la estructura prismática de riolitas y está situado en el sur del barranco producido por el antiguo deslizamiento, hasta la corona del Bloque A. Se considera, como igual al Bloque C, que este bloque se desplazó siguiendo el movimiento resbalante del Bloque A.

Comparando las fotografías aéreas del deslizamiento de El Berrinche tomadas antes y después del huracán Mitch, se puede decir que el desplazamiento del Bloque A es grande, mostrando casi 100 m desplazado y el Bloque A' también presenta un notable desplazamiento con el que bloqueó el río Choluteca. De estos fenómenos, se considera que el Bloque A y el Bloque A' actuaron como protagonistas en el deslizamiento causado por lluvias torrenciales del huracán Mitch. Por otro lado, puesto que entre el Bloque A y el Bloque B está formada una área comprimida, hay una gran posibilidad de que el Bloque B desempeñara el papel de ser elemento resistente, aunque fuera empujado fuertemente por el Bloque A. Encima de esto, el Bloque C y el Bloque D siguieron a los movimientos resbalantes de los Bloques A y A', y en la parte cabezal del Bloque C se formó un nuevo barranco con una diferencia en elevación de 20 a 30 m.

De tal manera, el deslizamiento de El Berrinche, aunque sus bloques componentes diferencian el nivel de contribución al deslizamiento, en su conjunto muestra un movimiento coherente. Por lo tanto, se decidió que para el diseño de las obras preventivas este deslizamiento será tratado como un bloque.

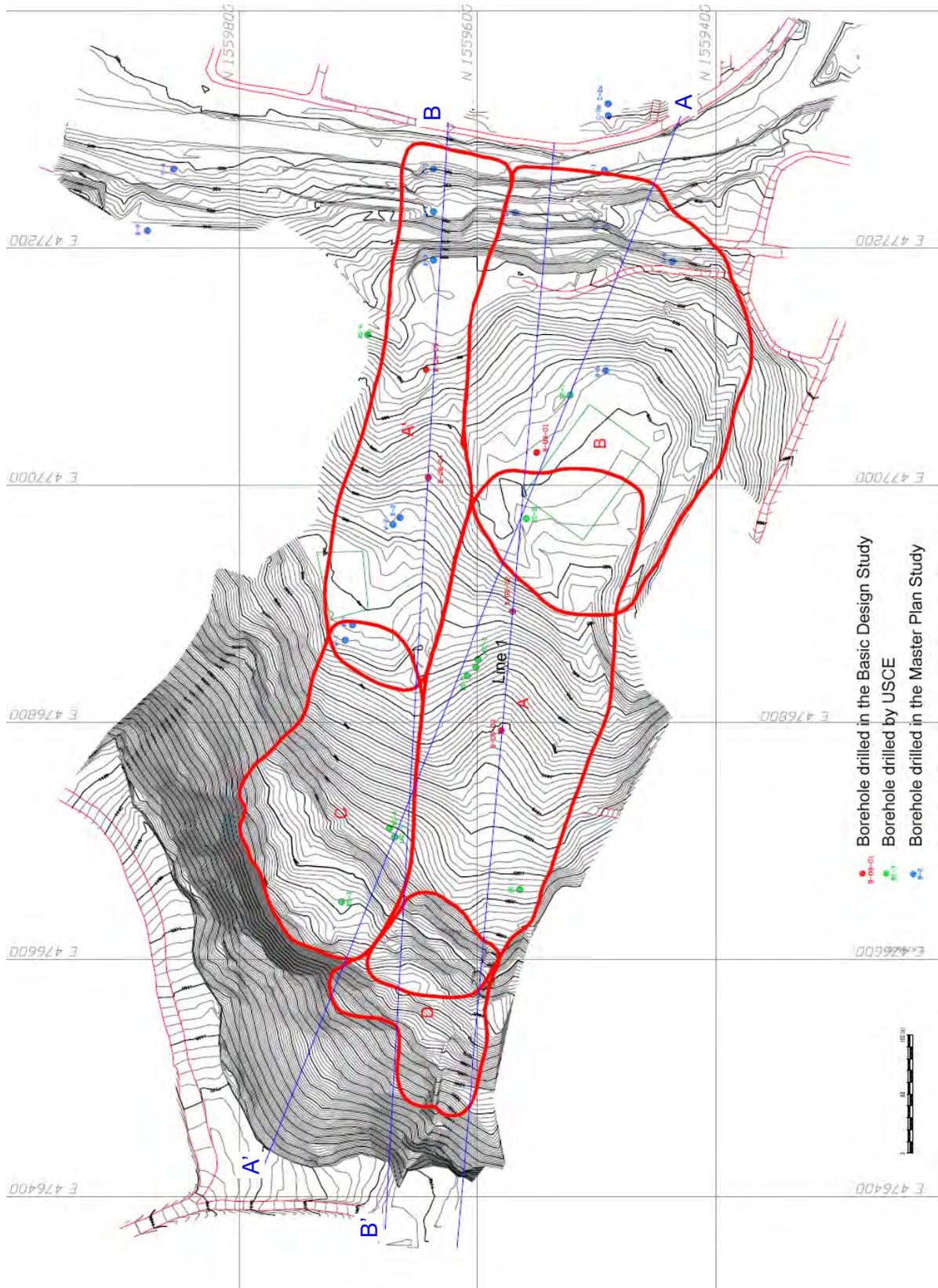


Figura 2-2 División de Bloques del Deslizamiento de Tierra de El Berrinche

Establecimiento de Sección para el Análisis y Juicio de la Superficie de Deslizamiento

Como sección para el análisis de estabilidad y el establecimiento de las obras preventivas del deslizamiento, fue establecida una línea de estudio que pasa por el medio del Bloque A y el Bloque A', roza el margen norte del campo de fútbol y llega al río Choluteca, debido a que el deslizamiento de El Berrinche en su totalidad será tratado como un bloque.

Según las perforaciones realizadas en el deslizamiento de El Berrinche, la capa superficial del deslizamiento se compone de los depósitos de deslizamiento tipo coluvial (Dt1), donde las masas de roca y brechas de origen riolitas de la formación Padre Miguel del neógeno afloradas en el barranco producido por el antiguo deslizamiento están rellenas con limos y arenas de color rojo ocre que son elementos meteorizados de rocas sedimentarias del período cretácico. En el estrato inferior de dichos depósitos se distribuyen los depósitos de deslizamiento (Dt2) formados por rocas con diferente nivel de meteorización de lutolita, siltitas y areniscas de la formación Valle de Ángeles. Se definió que la superficie de deslizamiento sería la superficie inferior de los depósitos de estas rocas meteorizadas (Dt2), sin embargo, cuando era difícil dar un juicio por los testigos de las perforaciones, se tomaron los lugares, cuya parte fracturada era pequeña y la recuperación de testigos era baja, como superficie de deslizamiento.

En la tabla inferior se indican la profundidad y la altitud de la superficie de deslizamiento, establecidas en los pozos perforados relacionados con la sección para el análisis. Además, se muestran la sección para el análisis de estabilidad de la línea de estudio A-A' que representa la totalidad de la zona en la *figura 2-3*, la sección de la línea de estudio de referencia en los pozos de perforaciones relacionadas B-B' y la sección de la Línea 1 en las *figuras 2-4* y *2-5* respectivamente.

Tabla 2-3 Lista de Altitudes de la Superficie del Deslizamiento de El Berrinche

No. de Pozo	Altitud de Pozo (m)	Profundidad de Perforación (m)	Profundidad de la Superficie de Deslizamiento (m)	Altitud de la Superficie de Deslizamiento (m)
BS-3	1,055.0	27.3	>27.3	>1,027.7
BS-4	1,028.8	52.7	30.3	998.5
BS-5	996.1	56.7	21.2	974.9
B-08-02	987.9	35.0	24.7	963.2
BS-2	977.3	27.3	>27.3	>950.0
B-08-01	974.9	45.0	39.0	935.9
BS-1	972.9	25.5	>25.5	>947.4
B-6	965.1	60.0	43.5	921.6
B-7	933.1	25.0	16.0	917.1
B-8	939.7	25.0	19.7	920.0
C-1	917.9	15.0	5.50	912.4

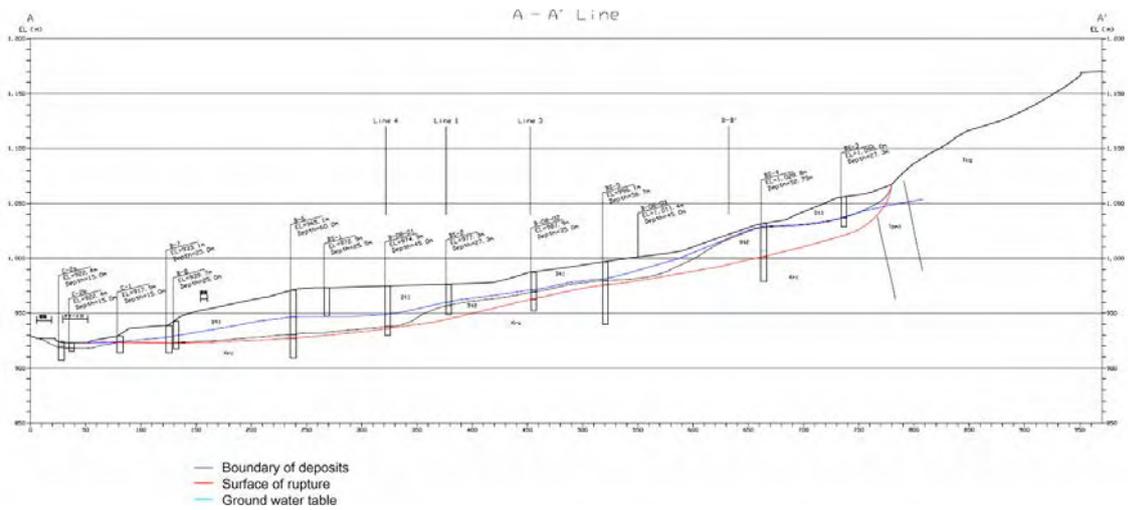


Figura 2-3 Sección de la Línea de Estudio (A-A') para el Análisis de Estabilidad del Deslizamiento de Tierra de El Berrinche

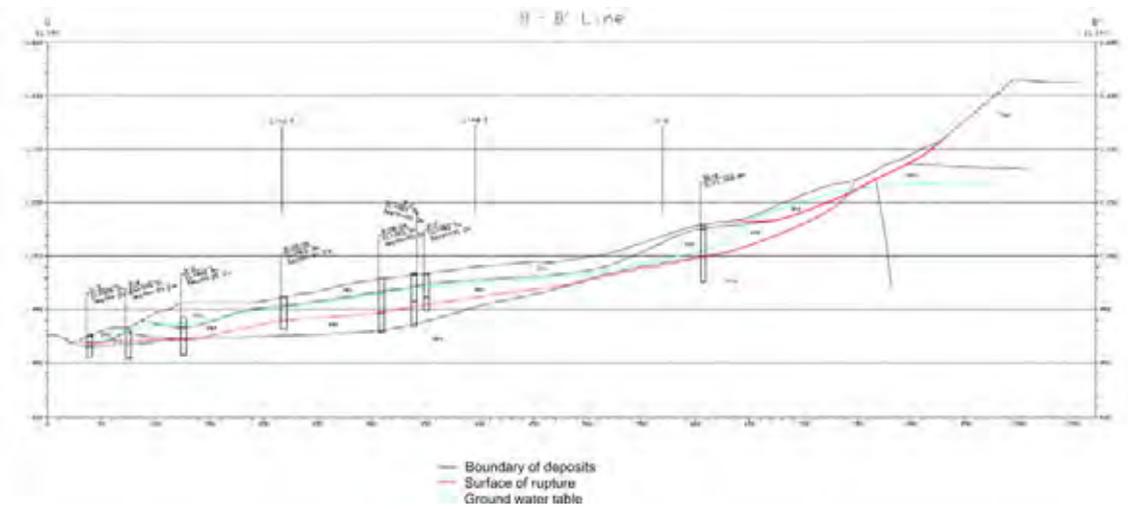


Figura 2-4 Sección de la Línea de Estudio (B-B') para el Análisis de Estabilidad del Deslizamiento de Tierra de El Berrinche

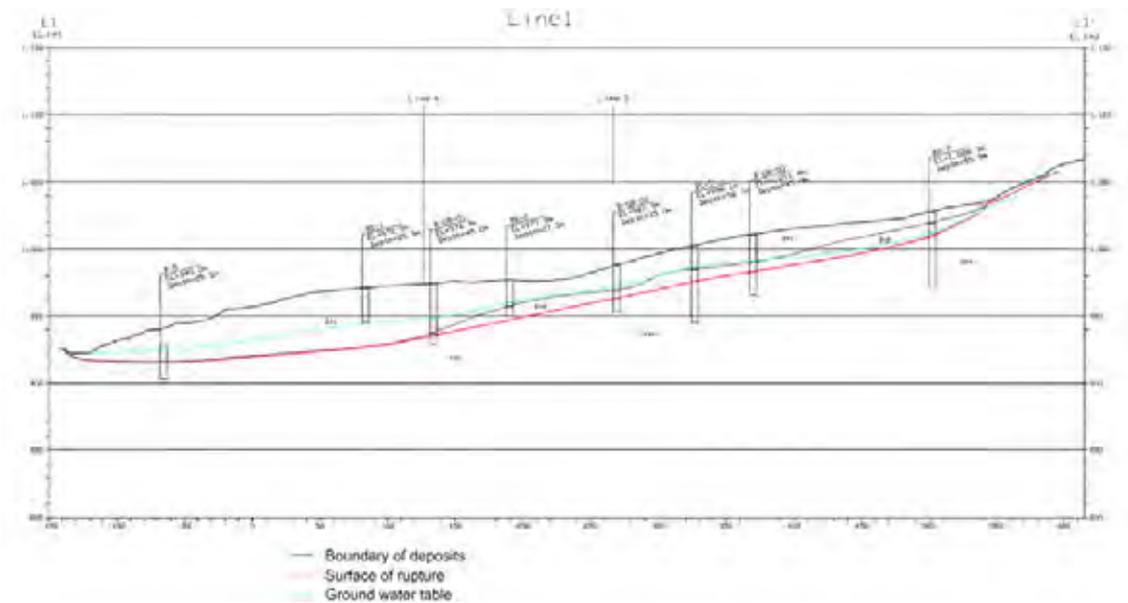


Figura 2-5 Sección de la Línea de Estudio de la Línea 1 del Deslizamiento de Tierra de El Berrinche

3) Deslizamiento de El Reparto

Topografía y Geología

El deslizamiento de El Reparto tiene unos 30,000 m² de superficie, 200 m de longitud y 150 m de ancho. En la ladera este del monte Picacho se encuentran áreas planas en forma de terraza distribuidas intermitentemente con una altitud de 1,150 m, y el barranco principal del deslizamiento de El Reparto está formado en un área plana inferior. Los componentes de esta área son los depósitos de deslizamiento tipo coluvial (Dt3) que contienen masas de roca de ignimbrita y riolita del neógeno. Se considera que esta área se formó en una era relativamente antigua debido a que está bien compactada.

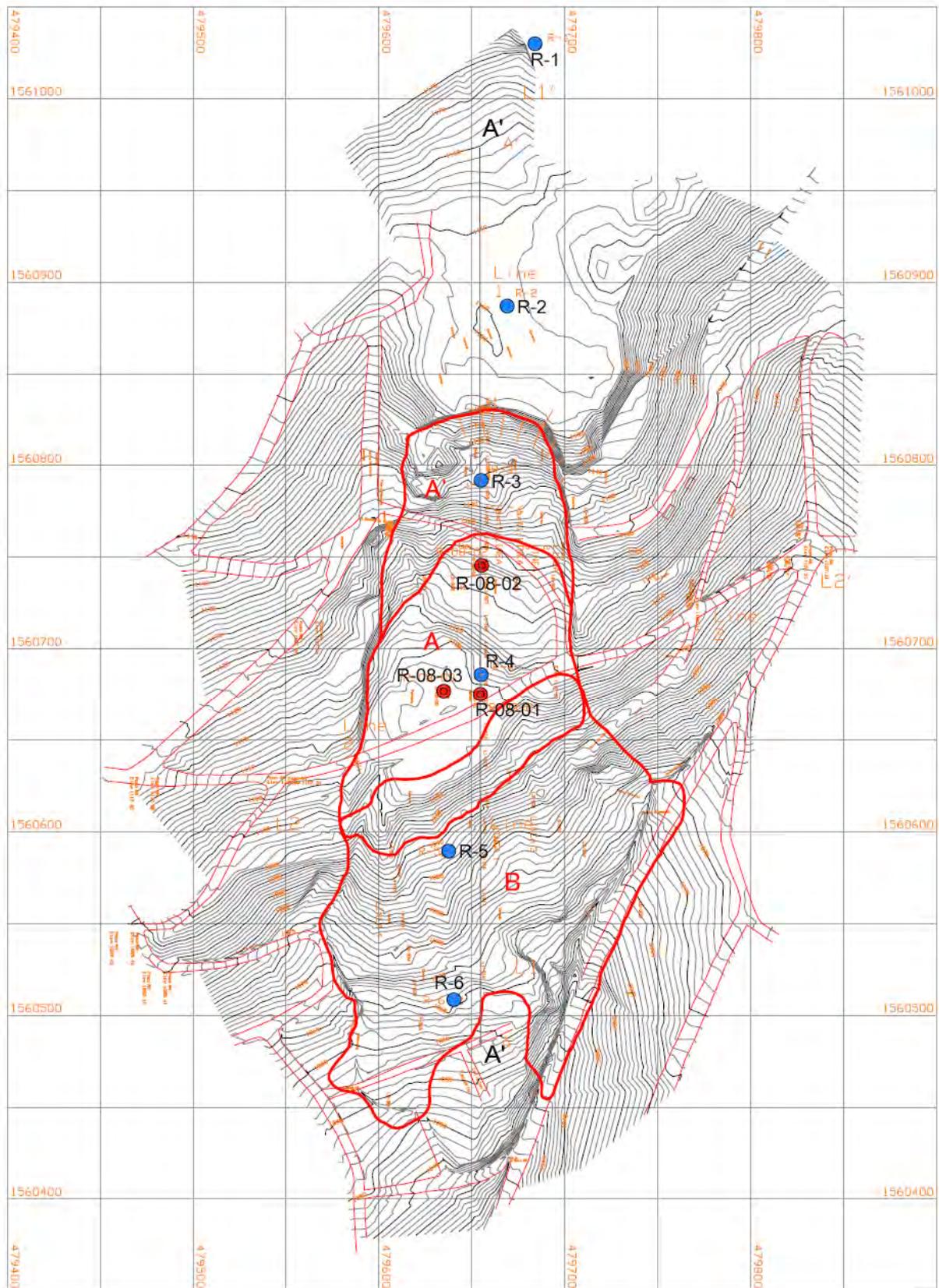
La roca firme situada en la parte inferior de los depósitos de deslizamiento (Dt3) se compone de lutolitas, siltitas y areniscas (Krc) de color rojo ocre de la formación Valle de Ángeles del período cretácico y riolitas, tobas ácidas (Tpm1 y Tpm3), etc. de la formación Padre Miguel del neógeno. Desde la parte inferior de los depósitos (Dt3) situados en la corona del deslizamiento hasta las laderas del monte Picacho se distribuyen tobas ácidas de color gris (Tpm3). La roca firme situada en el inferior del principal bloque resbalante se compone de lutolitas, siltitas y areniscas (Krc) en color rojo ocre del período cretácico.

Análisis de Mecanismo del Deslizamiento

En el deslizamiento fue desplazado principalmente el bloque central de unos 120 m de longitud y unos 15 m de espesor (Bloque A), y en la corona del deslizamiento están distribuidos, teniendo una topografía escalonada, los pequeños bloques (Bloque A') que se desplazaron siguiendo al citado bloque central. Este bloque central se compone de masas de roca de origen toba ácido (Tpm3) de la formación Padre Miguel del neógeno y de los depósitos de deslizamiento, como relleno de estas masas de roca, que consisten en limos y arenas de color rojo ocre, cuyos orígenes son lutolitas, siltitas y areniscas (Krc) en color rojo ocre de la formación Valle de Ángeles del período cretácico.

Según los resultados de la observación por medio del piezómetro automático instalado en el pozo R-08-01 en el presente Estudio y por el piezómetro manual instalado por JICA en 2002 en el pozo R-3, se reconoció de 3m a 14m de subida del nivel de agua en estos pozos desde finales de julio hasta principios de agosto. Aunque no se pueden tomar estos valores como valor reflejado de la variación real del nivel de aguas subterráneas, se debe considerar que las aguas subterráneas varían hasta cierto punto. Por consiguiente, se puede considerar plenamente que en el momento del huracán Mitch la subida del nivel de aguas subterráneas provocó el movimiento resbalante del principal bloque central.

El extremo inferior del citado bloque central conecta, formando una línea de cambio repentino del nivel en la cercanía de la carretera actual, con la ladera que tiene una pendiente de unos 15 grados. Se considera que en el momento del huracán Mitch, debido a que el bloque central empujado sobrepuso de forma sobresaliente a la parte superior de la escarpa, se produjo una superficie de deslizamiento con una profundidad de unos metros en la parte inferior de la escarpa, causando la fluidización de la masa de tierra de capa superficial (Bloque B), por lo cual fue destruida la colonia de El Reparto.



- R-08-01 Borehole drilled in the Basic Design Study
- R-1 Borehole drilled in the Master Plan Study



Figura 2-6 División de Bloques del Deslizamiento de Tierra de El Reparto

Establecimiento de Sección para el Análisis y Juicio de la Superficie de Deslizamiento

Si se observa globalmente la estructura del deslizamiento de El Reparto, está formada por un único bloque. Por lo tanto, se estableció como sección para el análisis una línea de estudio que pasa por el centro del bloque.

En el estrato inferior de los depósitos de deslizamiento(Dt1), que son los principales materiales del bloque central, se distribuyen los depósitos de deslizamiento (Dt2) que consisten en rocas con diferente nivel de meteorización de lutolitas, siltitas y areniscas (Krc) asociadas a la formación Valle de Ángeles. Se definió que la superficie de deslizamiento sería la superficie inferior de los depósitos de deslizamiento (Dt2) de estas rocas meteorizadas, sin embargo, cuando era difícil dar un juicio por el testigo de perforaciones, se tomaron los lugares, cuya parte fracturada era pequeña y la recuperación de testigos era baja, como superficie de deslizamiento. Además, debido a que fue reconocida la existencia de una pequeña deformación en una profundidad aproximadamente de 16 m por el inclinómetro instalado en el pozo No. R-08-02 situado casi en el centro del bloque central, se estableció la superficie de deslizamiento en esta profundidad.

En la tabla inferior se indican la profundidad y la altitud de la superficie de deslizamiento, establecidas en los pozos perforados relacionados con la sección para el análisis. Además, se muestra la sección para el análisis de la línea de estudio (A-A') en la figura 2-6.

Tabla 2-4 Lista de Altitud de la Superficie del Deslizamiento de El Reparto

No. de Pozo	Altitud de Pozo (m)	Profundidad de Perforación (m)	Profundidad de la superficie de deslizamiento (m)	Altitud de la Superficie de Deslizamiento (m)
R-3	1,135.3	35.0	9.0	1126.3
R-08-02	1,119.2	30.0	16.0	1103.2
R-4	1,107.4	35.0	21.2	1092.4
B-08-01	1103.8	30.0	13.0	1089.8
R-5	1088.2	7.0	4.0	1084.2

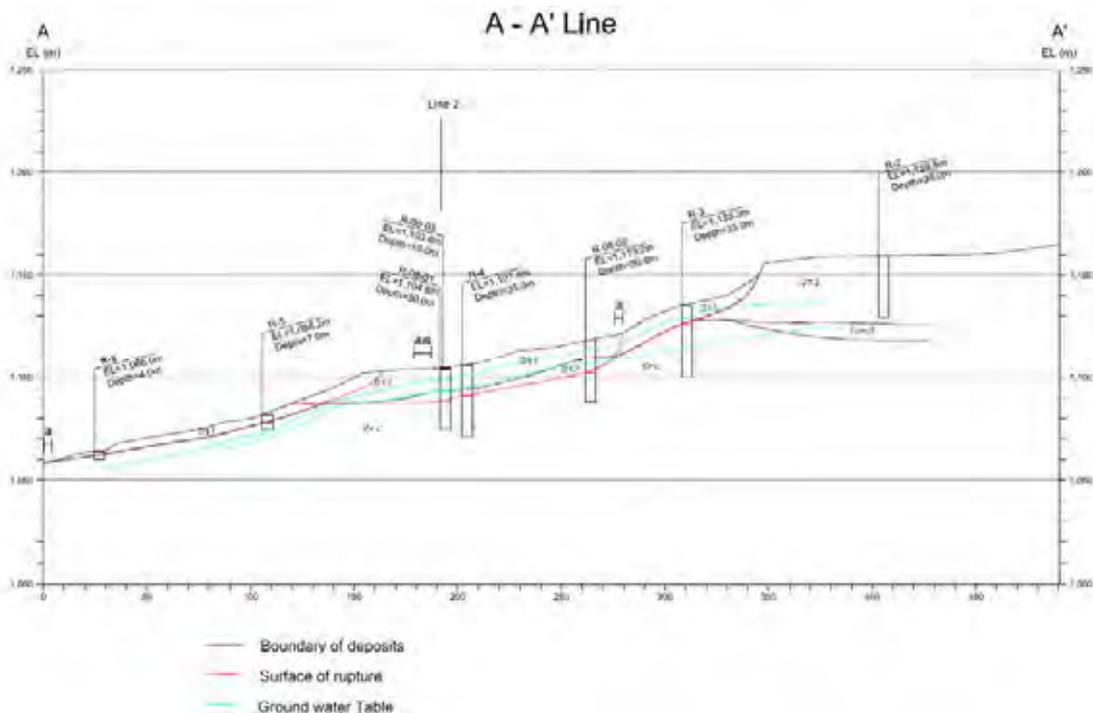


Figura 2-7 Sección de la Línea de Estudio (A-A') para el Análisis de Estabilidad del Deslizamiento de Tierra de El Reparto

(2) Cálculo de Estabilidad

A fin de obtener los datos básicos para el análisis de cantidades, etc. de las obras preventivas necesarias, se realiza el análisis de estabilidad de los declives de deslizamientos.

1) Método de Cálculo

Para el cálculo de estabilidad se utiliza el método de fraccionamiento (método de Fellenius) debido a que la topografía y la modalidad de la superficie de deslizamiento son muy complejas y los declives de deslizamientos están compuestos de suelos desparejos. La fórmula de cálculo se indica a continuación:

$$F_s = \frac{\Sigma(N - U) \cdot \tan \phi' + c' \Sigma l}{\Sigma T}$$

F_s : Factor de Seguridad

N : Fuerza perpendicular por gravedad de segmento fraccionado (kN/m)

T : Fuerza tangencial por gravedad de segmento fraccionado (kN/m)

U : Presión intersticial que afecta el segmento fraccionado (kN/m)

l : Longitud de la superficie de deslizamiento de segmento fraccionado (m)

c' : Fuerza de adherencia de la superficie de deslizamiento (kN/m²)

ϕ' : Ángulo de fricción interior de la superficie de deslizamiento (°)

θ : Ángulo de inclinación en el segmento fraccionado de la superficie de deslizamiento (°)

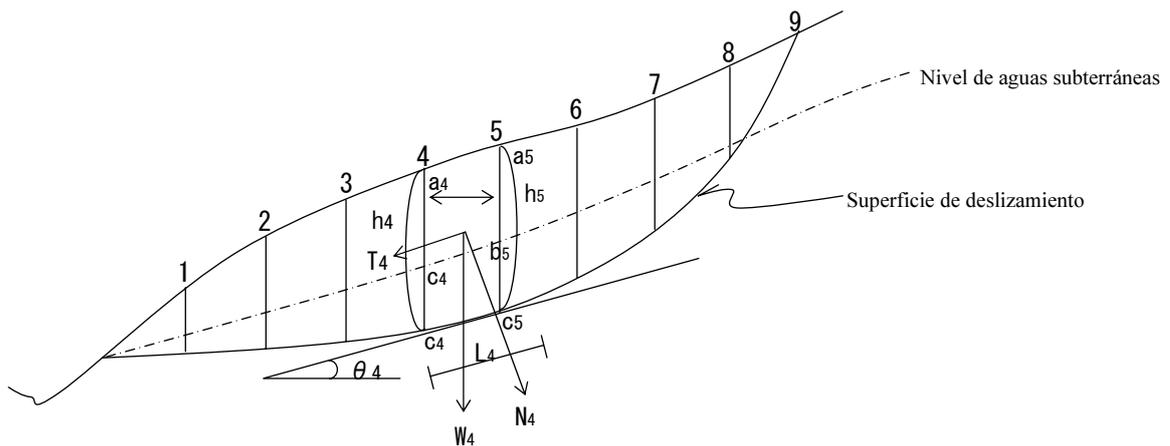


Figura 2-8 Diagrama de Patrón del Método de Fraccionamiento

2) Condiciones de Cálculo

En el cálculo de estabilidad, se establecieron las condiciones como se describen a continuación.

a) Sección de Análisis

Para El Berrinche y El Reparto será una sección que siga a lo largo de la dirección de movimiento de su deslizamiento.

b) Forma del Suelo

Se utilizó una planta esquematizada por fotografías aéreas.

c) Forma de la Superficie de Deslizamiento

Se determinó, de acuerdo con los resultados de la investigación de campo y de la observación de testigos de perforaciones. (Ver el inciso (1) del punto 2-2-2)

d) Presión Intersticial

Se definió convirtiendo el nivel de aguas subterráneas en la presión intersticial, y se aplicó el nivel máximo en el período de observación (a partir de 2002).

e) Peso Unitario de Bloque

Conforme a las Normas Técnicas de Control de Erosión de los Ríos antes mencionadas será $\gamma t = 18.0 \text{ kN/m}^3$.

f) Factor de Seguridad Actual

En la observación por el inclinómetro instalado en el área de deslizamiento se confirmó que había una pequeña variación, sin embargo, la cual no ha llegado a ser una variación determinante. Por lo tanto, se supuso que el factor de seguridad en el momento en que se presentó el nivel máximo durante el período de observación sería de $F_s = 1.00$.

g) Factor de Seguridad Planificado

Se estableció que el factor de seguridad planificado de las obras de El Berrinche se asegurará $F_s = 1.10$, y el de El Reparto, $F_s = 1.15$ (Ver el punto 2-2-1)

h) Constantes de Suelo

La fuerza de adherencia de la superficie de deslizamiento (c') se supone de las Normas Técnicas del Control de Erosión de los Ríos” (tabla 2-5). El espesor máximo de la capa vertical de El Berrinche supera 25 m, por ello, conforme a la descripción de dichas directrices, será $c' = 25 \text{ (kN/m}^2\text{)}$.

Tabla 2-5 Relación entre el Espesor Máximo de la Capa Vertical y la Fuerza de Adherencia

Espesor Máximo de la Capa Vertical del Bloque de Deslizamiento (m)	Fuerza de Adherencia c' (kN/m ²)
5	5
10	10
15	15
20	20
25	25

El ángulo de fricción interior ϕ (°) será calculado en sentido inverso.

i) Reducción planeada del Nivel de Aguas Subterráneas

La reducción planeada del nivel de aguas subterráneas por pozos de infiltración será de 5 m conforme a “las Normas Técnicas del Control de Erosión de los Ríos”.

3) **Resultado del Cálculo de Estabilidad**

Las constantes de suelo que se han utilizado en el cálculo de estabilidad son como sigue:

Tabla 2-6 Constantes de Suelo de la Superficie de Deslizamiento

Barrio	Fuerza de Adherencia c' (kN/m ²)	$\tan \phi$	Ángulo de Fricción Interior ϕ (°)
El Berrinche	25.0	0.159	9.01
El Reparto	18.2	0.175	9.93

Mediante las condiciones de cálculo establecidas, se calcula los efectos de las obras preventivas.

A continuación se indica el resultado del cálculo de estabilidad.

Tabla 2-7 Resultado del Cálculo de Estabilidad

Barrio	Condiciones Topográficas	Condiciones del Nivel de Aguas Subterráneas	Factor de Seguridad F_s	Descripción
El Berrinche	Topografía actual	Nivel máximo en la observación	1.00	—
	Topografía actual	5 m de reducción del nivel	1.086	Efecto de construcción de pozos de infiltración
	Movimiento de tierra + terraplén de contrapeso	ídem	1.10	—
El Reparto	Topografía actual	Nivel máximo en la observación	1.00	—
	ídem	5 m de reducción del nivel	1.136	Efecto de construcción de pozos de infiltración
	Movimiento de tierra + terraplén de contrapeso	ídem	1.146 \div 1.15	—

2-2-2-3 Plan de Obras Preventivas

De acuerdo con el resultado del análisis arriba mencionado, como obras de control para la prevención de deslizamientos de tierra, se dispondrán perforaciones de captación y de drenaje, pozos de

infiltración y perforaciones horizontales que permitan reducir el nivel de aguas subterráneas en el área de deslizamientos de tierra y al mismo tiempo se instalarán canales para el rápido drenaje de aguas superficiales. Además, para la elevación de la estabilidad de deslizamientos de tierra se dispondrán movimientos de tierra en la corona del deslizamiento y el terraplén de contrapeso de su extremo inferior.

Tabla 2-8 Resumen de Obras Preventivas de los Deslizamientos de Tierra Correspondientes

Objetivo	Tipo de Obra	Función
Reducción del nivel de aguas subterráneas	Pozo de infiltración	Almacenamiento de aguas captadas por perforaciones de captación
	Perforaciones de captación	Reducción del nivel de aguas subterráneas (perforación desde el interior de los pozos de infiltración)
	Perforaciones de drenaje	Drenaje desde los pozos de infiltración hacia las partes inferiores
	Perforación horizontal	Reducción del nivel de aguas subterráneas (perforación desde el suelo)
Prevención de filtración de aguas superficiales	Canales (abiertos)	Drenaje del suelo y tratamiento de drenaje desde los pozos de infiltración
	Canales (abiertos y cerrados)	Drenaje del suelo y reducción del nivel de aguas subterráneas situadas en el estrato poco profundo
Estabilidad de bloques de deslizamientos de tierra	Movimientos de tierra	Mitigación de la fuerza de desplazamiento de los bloques de deslizamiento
	Terraplenes	Aumento de resistencia al desplazamiento de los bloques de deslizamiento

A continuación se indican los lineamientos básicos de la planificación de los métodos de prevención en El Berrinche y en El Reparto.

(1) Resumen del Plan de Obras Preventivas

1) El Berrinche

Puesto que la escala de superficie deslizada de El Berrinche es grande, se ubicarán adecuadamente los pozos de infiltración considerando la longitud de perforaciones de captación, el estado de recarga de aguas subterráneas, etc. Debido a que en la parte inferior inmediata al barranco producido por el deslizamiento se distribuyen manantiales, a que se imagina que la permeabilidad del bloque es alta en el área de tracción del deslizamiento y a que en la topografía tipo quebrada que se extiende desde los manantiales crece densamente la vegetación, etc., se eliminarán activamente las aguas subterráneas por medio de los pozos de infiltración y los canales abiertos y cerrados. Además, en los pequeños bloques situados en el suroeste del barranco producido por el deslizamiento se eliminarán las aguas subterráneas mediante las perforaciones horizontales.

Puesto que las aguas subterráneas no se pueden sacar directamente al suelo a través de las perforaciones de drenaje desde cada uno de los pozos de infiltración a causa de que la inclinación topográfica es demasiada suave, las perforaciones de drenaje estarán conectadas con los pozos de infiltración situados en la parte inferior y desde el pozo de infiltración situado en la parte más baja se drenarán aguas al suelo. Considerando este lineamiento se colocarán los pozos de infiltración y perforaciones de drenaje.

Ya que la rápida eliminación de aguas superficiales y de aguas subterráneas de una vena poca profunda es un método muy eficaz en las medidas contra deslizamientos, se prepararán canales para la eliminación de aguas superficiales en las partes con topografía cóncava. Las aguas superficiales y aguas subterráneas captadas por estos canales serán vertidas en el río Choluteca por un canal.

Se propone estabilizar la totalidad del bloque de deslizamiento a través del terraplén que será construido en el campo de fútbol situado en la parte inferior mediante el aprovechamiento de la masa de tierra eliminada de la parte superior del área deslizada.

En el extremo inferior del bloque de deslizamiento bañado por el río Choluteca, se ejecutará una medida (protección de orilla con gaviones zapatas) al talud que corre el riesgo de erosión.

2) El Reparto

La parte central desde abajo del barranco producido por el bloque de deslizamiento hasta la carretera por la que transitan vehículos tiene una pendiente topográfica relativamente suave, por lo cual hay lugares donde se estancan aguas, convirtiéndose en un pantano. Además, en la parte de la quebrada crece densamente la vegetación. Debido a la suposición de que el nivel de aguas subterráneas es relativamente alto según el resultado de la observación de su nivel, se ubicarán los pozos de infiltración en la parte superior y en la media. Además, en el área total deslizada se instalarán canales para el fomento de drenaje de aguas superficiales.

El barranco producido por el deslizamiento tiene una inclinación casi perpendicular, por lo cual corre el riesgo de pequeños derrumbes o caída de piedras. Para evitar esto, se aplicará la protección de taludes, luego de arreglar su forma, eliminando tierras. Estas tierras eliminadas serán utilizadas tanto para terraplenes de contrapeso como para nivelar la carretera que pasa por el área de deslizamiento.

(2) Contenido del Plan de Obras Preventivas

1) Pozos de Infiltración

- Tipo de Estructura: El tipo de los pozos de infiltración será de túneles Liner circulares y para asegurar la facilidad de ejecución de perforaciones de captación su diámetro será de 3.5 m que se usa generalmente.
- Estructuras de Partes Detalladas: En el fondo de los pozos de infiltración, a fin de cortar la alimentación de aguas subterráneas al estrato base, se aplicará concreto para el revestimiento de fondo con un espesor de 50cm. En la corona de los pozos de infiltración, el brocal de los mismos sobresaldrá 0.5m del suelo y en él se pondrán una tapa y un cerco para que no entre ninguna persona ajena en el pozo. El brocal de los pozos será fijado con concreto en el nivel del suelo. Se instalará una escalera para el mantenimiento dentro de los pozos de infiltración. Para prevenir la deformación de los pozos de infiltración, se instalarán refuerzos verticales a fin de que se puedan colocar puntales laterales (vigas en dirección horizontal),etc. Además, tanto para la instalación de los refuerzos verticales arriba mencionados como para el aseguramiento de seguridad en la construcción, se colocarán anillos de refuerzo entre los túneles Liner.

- **Profundidad de Instalación:** En cuanto a la profundidad de los pozos de infiltración, ya que los mismos serán ubicados en taludes del deslizamiento, el fondo de estos pozos tendrá una profundidad de 2 m más alta que la de la superficie de deslizamiento para evitar la destrucción de los mismos por el desplazamiento de los bloques de deslizamiento. No obstante, en el momento de construcción de los pozos de infiltración, para observar y confirmar directamente la geología y el estado del suelo de taludes del deslizamiento, la posición y el estado real de la superficie de deslizamiento, etc., uno de los 8 pozos de infiltración que se planifican para El Berrinche será construido traspasando la superficie de deslizamiento.
- **Método de Diseño:** El diseño se llevará a cabo de acuerdo con las “Normas Técnicas del Control de Erosión de los Ríos” anteriormente mencionadas. Según dichas normas las principales condiciones de diseño serán como sigue:
 - Factor de presión de tierras al reposo $K=0.5$
 - El peso unitario será: $\gamma t=18.0 \text{ kN/m}^3$.
 - La intensidad de presión de tierras será de carga repartida triangular hasta -15m del nivel de suelo y se considera que no hay aumento de la presión de tierras en los lugares más profundos que dicha profundidad.
 - Debido a que los pozos de infiltración se instalarán en los bloques de deslizamiento, se prevé que se tenga la presión de tierras asimétrica proveniente del deslizamiento. En consecuencia, se supondrá que hay, además de la presión de tierras uniforme, el 100kN/ m^3 de la presión de tierras asimétrica en la total longitud en dirección a la profundidad de los pozos de infiltración.
 - El porcentaje de reducción del funcionamiento seccional de túneles Liner por perforaciones de captación, etc. será como sigue: (Área de sección A: 20%, coeficiente de sección Z: 20% y movimiento secundario de sección I: 20%)

2) Perforaciones de Captación

- Las perforaciones de captación serán diseñadas en forma radial que permita tener una distancia de 5 a 10m entre sus extremos. En caso de que sea muy espesa la capa acuífera, se hará la perforación en dos niveles diferentes: una, arriba y otra, abajo. El ángulo de perforación será de 3 a 5° en dirección diagonal hacia arriba. En El Berrinche se harán 10 perforaciones por nivel, cantidad estándar por nivel, para que no se crucen con las perforaciones de captación de los pozos de infiltración que estarán situados en forma colindante. En El Reparto, debido a la dimensión del bloque de deslizamiento, se permite cubrir con las perforaciones de captación. Por lo tanto, se diseñará entre 13 y 19 perforaciones de captación por nivel, con el fin de que se pueda captar la mayor cantidad posible de las aguas subterráneas fluidas desde la parte superior de los taludes. Se planificará que en ambos casos, estas perforaciones serán llevadas a cabo, traspasando la superficie de deslizamiento y teniendo 5 a 10m de perforación en exceso. No obstante, cuando no se pueda traspasar la superficie de deslizamiento según la dirección, la longitud total de una perforación será de hasta 50 m que es la longitud estándar definida en las Normas Técnicas de Control de Erosión de los Ríos.

- Como tubos de revestimiento, se utilizarán tubos de PVC duro de 40mm de diámetro interior, en los cuales se instalarán filtros. En la parte cercana del brocal de pozo se instalará un tubo protector.

3) Perforaciones de Drenaje

- El drenaje constante desde los pozos de infiltración será un desagüe por gravedad desde las perforaciones de drenaje.
- Debido a que la zona deslizada de El Berrinche es grande y su inclinación topográfica es suave, no hay más remedio que ser larga la longitud de cada perforación de drenaje que conecta con los pozos de infiltración o que sale al suelo, sin embargo, considerando la seguridad de construcción, será hasta unos 75m como máximo. En El Reparto, a consecuencia de la disposición de los pozos de infiltración la longitud de cada perforación de drenaje que conecta con dichos pozos será de unos 60 m y la que conecta con el canal será de unos 85m.
- Como tubos de drenaje se utilizarán tubos de acero de 90mm de diámetro interior, sin embargo, cuando no se pueda drenar las aguas subterráneas captadas con dichos tubos, se harán varias perforaciones de drenaje.
- En el extremo de flujo de las perforaciones de drenaje, su talud será protegido con gaviones zapatas.

4) Perforaciones Horizontales

- La longitud de las perforaciones horizontales será de 50m que es una longitud estándar y se planeará que estas traspasen la superficie de deslizamiento y se hagan 5 a 10m de perforación en exceso. Sin embargo, cuando no se pueda llegar a la superficie de deslizamiento, será de 50m que es la longitud estándar determinada en las Normas Técnicas de Control de Erosión de los Ríos.
- El ángulo de perforación será de 3° del ángulo de elevación para que las aguas subterráneas captadas fluyan por gravedad.
- El ángulo de rotación que tiene como función mantener una distancia de 5 a 10m entre los extremos de las perforaciones será de 10° y se ubicarán 5 perforaciones en forma radial.
- En la boca de las perforaciones se instalará una obra protectora para prevenir el derrumbe de la boca.
- Como tubos de revestimiento, se utilizarán tubos de PVC duro de 40mm de diámetro interior, en los cuales se instalarán filtros. En la parte cercana al suelo de perforación se instalará un tubo protector.

5) Canales

- En cuanto a los canales troncales situados en el área de deslizamiento, se determinará la sección transversal de flujo de estos canales a través del cálculo del máximo caudal de avenida diseñado. Se definirá, de acuerdo con las precipitaciones de los años pasados, las lluvias probables y se decidirán, suponiendo un caudal a través de la topografía, las bases necesarias del diseño. La

precipitación objeto del diseño será de 1/50 años de la probabilidad de superación (las Normas Técnicas del Control de Erosión de los Ríos)

- La sección de los canales contará con un 20% de exceso, considerando la reducción de la sección por la sedimentación de arenas y tierras.
- Los canales, excepto los troncales, tendrán un ancho amplio y una forma poca profunda y por lo menos que tengan más de 30cm de ancho.
- Los canales a instalarse en los lugares donde se supone que es alto el nivel de aguas subterráneas, serán una combinación de canales abiertos y cerrados.
- Los canales tendrán tanques de captación en las confluencias con quebradas afluentes, las partes dobladas y los puntos de cambio de pendiente, y los hombros de los canales serán revestidos con concreto por lo menos 1 m para que las aguas superficiales puedan entrar con facilidad en ellos, sobre todo, en los lugares donde se teme que las malezas se tumben en los canales.
- Los tanques de captación o obras de caída serán instalados cada 50m como máximo.
- La profundidad de los canales cerrados será de unos 2m y en su fondo se pondrá una geomembrana impermeable para prevenir fugas de agua. Además, en los alrededores de los canales cerrados se pondrán preventivos de inducción a fin de evitar la inducción de arenas y tierras.
- En el perímetro de los canales cerrados se rellenarán con materiales de filtro para mejorar la captación de aguas subterráneas de vena poca profunda.
- Los canales que serán instalados en los lugares con una pendiente relativamente pronunciada, se insertarán varillas para prevenir resbalada.
- En la parte por donde atraviesa la carretera serán colocados los canales tipo tubo Hume o cajón.
- El canal existente situado enfrente del extremo del área deslizada de El Reparto está roto y deteriorado. Este canal, puesto que corre el riesgo de ocurrir un nuevo deslizamiento o provocar derrumbe por la excavación, será mejorado como conducto, enterrándolo debajo de la carretera.
- Será establecido el caudal de avenida diseñado, utilizando el método racional.
- La velocidad de flujo para el diseño será obtenida a través de la fórmula Manning.

6) Condiciones de Diseños de Movimientos de Tierra y de Terraplenes de Contrapeso

- En ambos barrios se eliminarán masas de tierra en el pie de los barrancos producidos por el deslizamiento reconocidos claramente, con lo cual se intentará estabilizar la totalidad del bloque de deslizamiento. La pendiente de corte de tierra será de 1:1.0 que se usa generalmente en los reglamentos de movimientos de tierra (Asociación de Carreteras de Japón: Directrices de Movimientos de Tierra para las Carreteras, etc.). Respecto a las partes arregladas de su talud mediante la eliminación de tierras, se aplicará una protección de talud con colchoneta de vegetación.
- En los pequeños bloques del lado suroeste del barranco producido por el deslizamiento de El Berrinche no se aplicará ningún movimiento de tierra por ser ambiguo el límite del citado barranco y por haber una gran posibilidad de que el declive superior comenzara actividades de deslizamiento si se aplicara.

- Las tierras eliminadas por movimientos de tierra serán usadas como materiales de terraplenes de contrapeso a construirse en el área de deslizamiento. Estos terraplenes se posicionarán: en caso de El Berrinche en el campo de fútbol situado en el centro del área deslizada con una altura de 4m como máximo que se equilibrará la cantidad de tierras eliminadas, y en caso de El Reparto, en la carretera que atraviesa por la parte inferior del área deslizada con una altura de unos 2m. Las tierras sobrantes se botarán en la disposición final de AMDC.
- En la parte inferior de taludes donde se hayan aplicado movimientos de tierra y en los hombros de taludes de los terraplenes se instalarán canales y en el pie de taludes de los terraplenes se colocarán gaviones zapatas para la contención de tierra y canales.

7) Camino Provisional

Debido a que en el área del deslizamiento no hay camino que permita transitar los vehículos para la construcción, se diseñará un camino provisional equivalente al camino forestal clase 2.

8) Consolidación de suelo mediante Gaviones

Según el re-estudio en Honduras realizado en julio de 2010, en una parte de la topografía con forma de quebrada donde se prevé colocar canales está bien avanzada la socavación. Para asegurar el funcionamiento de drenaje de estos canales, es necesario aplicar, junto con la instalación de canales, una obra de consolidación de suelo en los lugares socavados. Además, por presentar una severa socavación en el extremo de aguas abajo de los canales de El Berrinche, es necesario que se instalen gaviones zapatas en las rampas formadas por socavación situadas a ambos lados de los lugares donde se colocarán canales para protegerlas de un derrumbe. Si se dejaran estas rampas tal como están, se corre el riesgo de que se tapen los canales por las tierras derrumbadas.

Se requiere que sea aplicada la consolidación de suelo a los 6 lugares en El Berrinche y a los 10 lugares en El Reparto. Un tramo, cuya longitud es de 217m, que se encuentra en el extremo de aguas abajo de los canales de El Berrinche será objeto de la obra de protección con gaviones zapatas. En las *figuras 2-26 y 2-27* se mostrarán los planos estándares de consolidación de suelo y de protección con gaviones zapatas, y en las *figuras 2-28 y 2-30*, se indicarán los lugares previstos a ser instalados. Estas dos obras son las que se pueden diseñar y ejecutar con la tecnología local de Honduras, sin embargo, estas dos obras se deben construir conjuntamente, por lo que se requiere que se le aplique bajo esta Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón.

(3) Resultado del Diseño

Los mapas de localización de todas las obras preventivas de los deslizamientos de El Berrinche y de El Reparto son como se indican en las *figuras 2-9 y 2-10* respectivamente. Además, se muestran la cantidad de las obras principales de El Berrinche y de El Reparto en las *tablas 2-9 y 2-10* respectivamente.

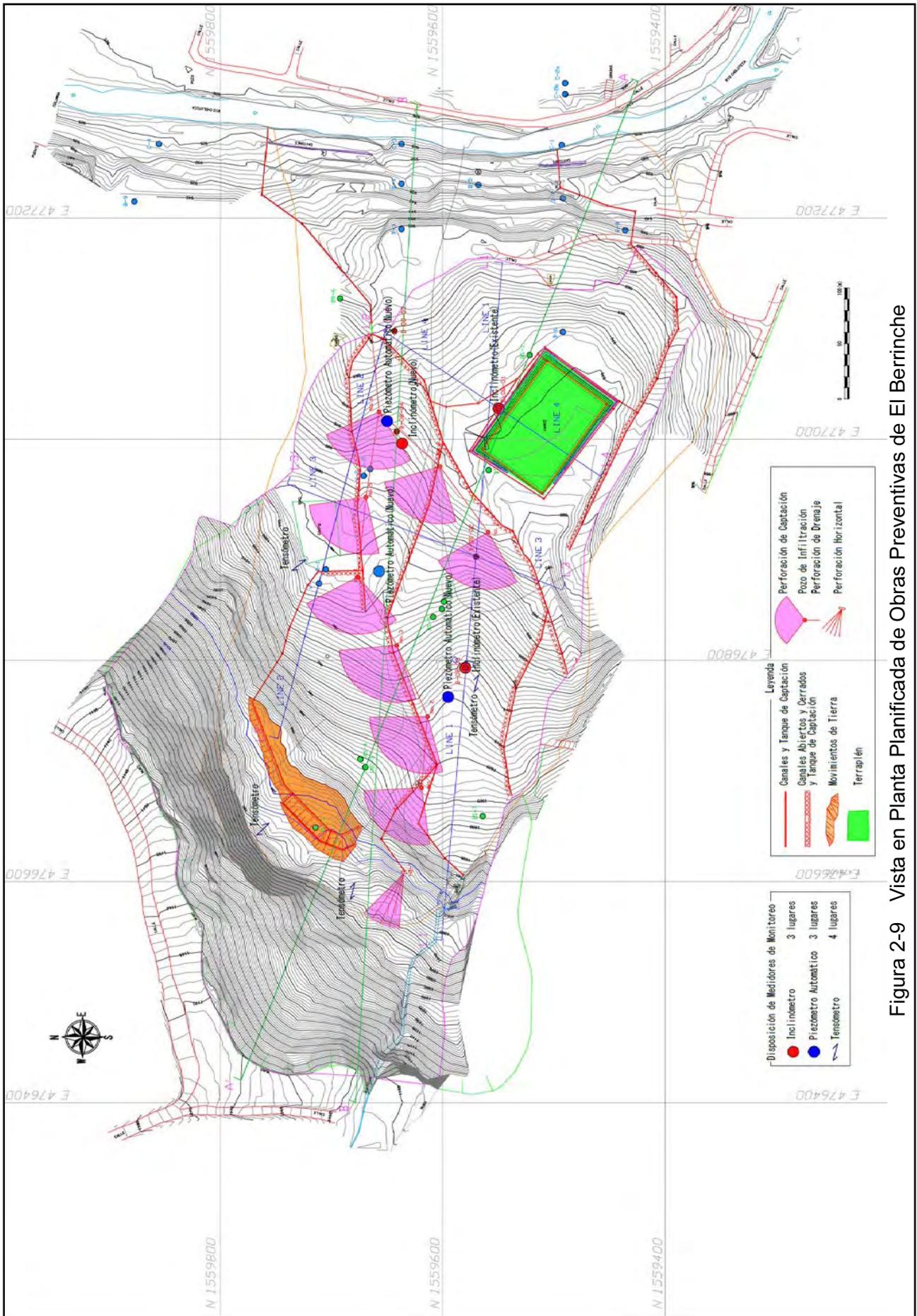


Figura 2-9 Vista en Planta Planificada de Obras Preventivas de El Berrinche

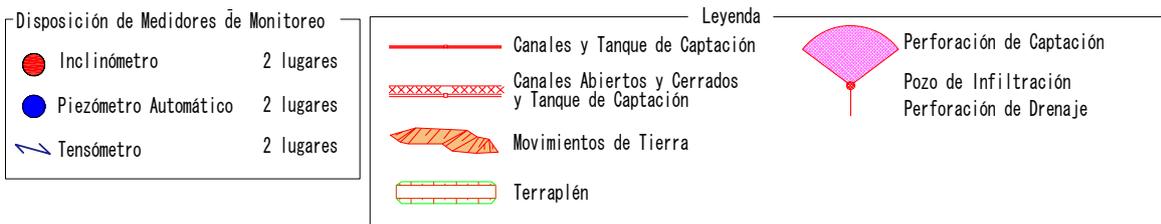
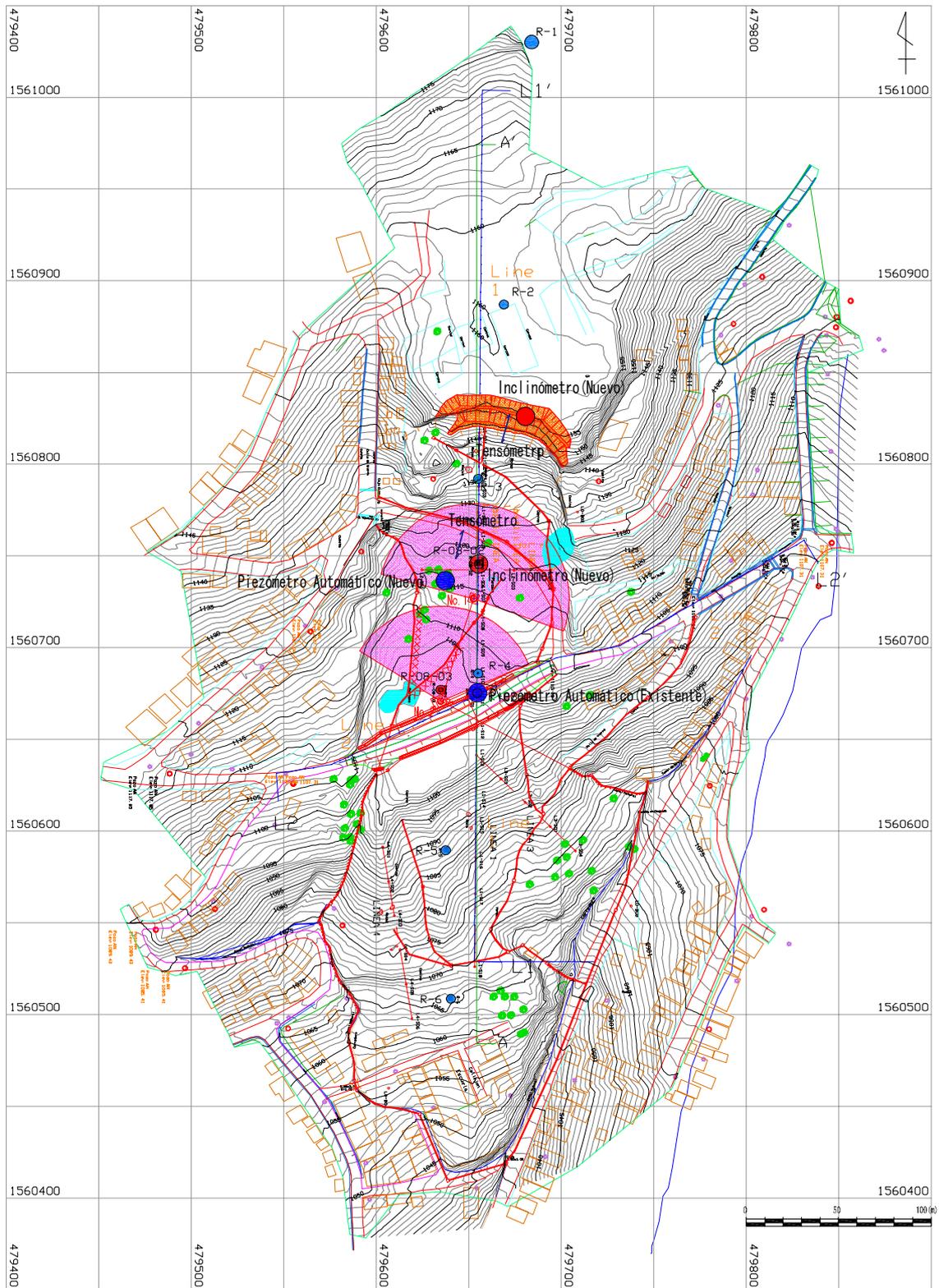


Figura 2-10 Vista en Planta Planificada de Obras Preventivas de El Reparto

Tabla 2-9 Cantidad de Principales Obras de El Berrinche

Obra	Cantidad	Unidad
Pozo de infiltración	8	pozo
Perforación de captación	6,500	m
Perforación de drenaje	692	m
Perforación horizontal	250	m
Canal (abierto)	1,621	m
Canales (abiertos y cerrados)	1,758	m
Tanque de captación	95	tanque
Movimientos de tierra	16,199	m ³
Terraplén	16,699	m ³
Tierras eliminadas	5,669	m ³
Protección de orilla	49	m

Tabla 2-10 Cantidad de Principales Obras de El Reparto

Obra	Cantidad	Unidad
Pozo de infiltración	2	poso
Perforación de captación	3,200	m
Perforación de drenaje	147	m
Perforación horizontal	1,649	m
Canal (abierto)	216	m
Canales (abiertos y cerrados)	86	m
Tanque de captación	51	tanque
Movimientos de tierra	3,736	m ³
Terraplén	4,209	m ³
Tierras eliminadas	765	m ³

El resumen de las cantidades de obras analizadas hasta aquí será como se describen en la tabla inferior.

Tabla 2-11 Lista de cantidades de los Pozos de Infiltración y las Perforaciones Horizontales de El Berrinche

Tipo de Obra	Cantidad, etc.	Altitud (m)
Pozo de infiltración (No.1)	Diámetro 3.5m,L=17.50m(incluido 0.5m de parte terrestre),hecho de túneles Liner	1023.50
	Perforación de captación de agua en el banco superior(VP40): L=50m×10 perforaciones,ángulo de elevación 5°,ángulo de rotación 10°	1014.75
	Perforación de captación de agua en el banco inferior(VP40): L= 50m×10 perforaciones,ángulo de elevación 5°,ángulo de rotación 10°	1007.75
	Perforación de drenaje(SGP90A):L=62.6m,ángulo de depresión 12°	1007.25
Pozo de infiltración (No.2)	Diámetro 3.5m,L=28.50m(incluido 0.5m de parte terrestre),hecho de túneles Liner	1014.50
	Perforación de captación de agua en el banco superior(VP40): L=50m×10 perforaciones,ángulo de elevación 5°,ángulo de rotación 11°	1001.75
	Perforación de captación de agua en el banco inferior(VP40): L=50m×10 perforaciones,ángulo de elevación 5°,ángulo de rotación 11°	993.75
	Perforación de drenaje(SGP90A):L=66.8m,ángulo de depresión 3°	987.25
Pozo de infiltración (No.3)	Diámetro 3.5m,L=17.50m(incluido 0.5m de parte terrestre), hecho de túneles Liner	999.50
	Perforación de captación de agua en el banco superior(VP40): L=50m×10 perforaciones,ángulo de elevación 5°,ángulo de rotación 11°	988.75
	Perforación de captación de agua en el banco inferior(VP40): L=50m×10 perforaciones,ángulo de elevación 3°,ángulo de rotación 11°	983.75
	Perforación de drenaje(SGP90A):L=67.9m,ángulo de depresión 6.5°	983.25
Pozo de infiltración (No.4)	Diámetro 3.5m,L=17.50m(incluido 0.5m de parte terrestre), hecho de túneles Liner	991.50
	Perforación de captación de agua en el banco superior(VP40): L=50m×10 perforaciones,ángulo de elevación 5°,ángulo de rotación 11°	979.75
	Perforación de captación de agua en el banco inferior(VP40): L=50m×10 perforaciones,ángulo de elevación 3°,ángulo de rotación 11°	975.75
	Perforación de drenaje(SGP90A):L=69.2m×2 perforaciones,ángulo de depresión 3°	975.25
Pozo de infiltración (No.5)	Diámetro 3.5m,L=17.50m(incluido 0.5m de parte terrestre),hecho de túneles Liner	987.50
	Perforación de captación de agua en el banco superior(VP40): L=50m×10 perforaciones,ángulo de elevación 5°,ángulo de rotación 10°	975.75
	Perforación de captación de agua en el banco inferior(VP40): L=50m×10 perforaciones,ángulo de elevación 5°,ángulo de rotación 10°	971.75
	Perforación de drenaje(SGP90A):L=74.6m, ángulo de depresión 7°	971.25
Pozo de infiltración (No.6)	Diámetro 3.5m,L=14.00m(incluido 0.5m de parte terrestre),hecho de túneles Liner	974.50
	Perforación de captación de agua(VP40): L=50m×10 perforaciones,ángulo de elevación 3°,ángulo de rotación 11°	962.25
	Perforación de drenaje(SGP90A):L=70.6m×2 perforaciones,ángulo de depresión 2.5°	961.75
Pozo de infiltración (No.7)	Diámetro 3.5m,L=14.00m(incluido 0.5m de parte terrestre),hecho de túneles Liner	979.50
	Perforación de captación de agua(VP40): L=50m×10 perforaciones,ángulo de elevación 3°,ángulo de rotación 11°	967.25
	Perforación de drenaje(SGP90A):L=70.1m×2 perforaciones,ángulo de depresión 2°	966.75
Pozo de infiltración (No.8)	Diámetro 3.5m,L=13.50m(incluido 0.5m de parte terrestre),hecho de túneles Liner	976.50
	Perforación de captación de agua(VP40): L=50m×10 perforaciones,ángulo de elevación 3°,ángulo de rotación 10°	964.75
	Perforación de drenaje(SGP90A):L=70.2m,ángulo de depresión 2°	964.25
Perforación horizontal (No.HB-1)	Perforación horizontal(VP40):L=50m×5 perforaciones,ángulo de elevación 3°,ángulo de rotación 10°	1155.00

Tabla 2-12 resultado del Cálculo de Caudal de Avenida Diseñado del Canal Troncal de El Berrinche

ítem	Área Total	A	B
Precipitación diseñada (mm /día)	70	70	70
Superficie de cuenca (k m ²)	0.2792	0.0329	0.2029
Diferencia de elevación de cuenca (m)	240	167.2	217
Longitud de cause (m)	1125.59	404.16	928.26
Pendiente de cuenca	1 / 4.695	1 / 2.415	1 / 4.367
Velocidad de llegada de inundación (m / seg.)	7.91	11.777	8.26
Tiempo de llegada de inundación (min.)	32.37	30.57	31.91
Intensidad de lluvias (mm / hora)	135.59	139.63	136.64
Coefficiente de escurrimiento	0.50	0.50	0.50
Flujo de inundación diseñado (m ³ / seg.)	5.26	0.64	3.86

Tabla 2-13 resultado del Cálculo del Nivel de Avenida Diseñado del Canal Troncal de El Berrinche

ítem	Área total	A	B
Caudal de inundación diseñada (m ³ / seg.)	5.26	0.64	3.86
Coefficiente de rugosidad:n	0.015	0.014	0.015
Pendiente de canal diseñada:i	1 / 6.322	1 / 2.406	1 / 7.71
Sección de flujo:A(m ²)	0.560	0.0724	0.440
Longitud de perímetro mojado:P(m)	2.13	0.714	1.831
Radio hidráulico:R(m)[=A/P]	0.263	0.1014	0.240
Velocidad de flujo:v(m/seg.) [fórmula Manning]	10.88	10.01	9.279
Caudal:Q(m ³ /seg.)[=A×v]	6.09	0.72	4.08
Forma de canal	Moldeado en el sitio Modelo B=1000 Trapezoide inverso	BF400	Moldeado en el sitio Modelo B=700 Trapezoide inverso

Tabla 2-14 Lista de Cantidades de los Pozos de Infiltración de El Reparto

Tipo de Obra	Cantidad, etc.	Altitud (m)
Pozo de infiltración (No.1)	Diámetro 3.5m,L=11.50m(incluido 0.5m de parte terrestre),hecho de túneles Liner	1115.00
	Perforación de captación de agua en el banco superior(VP40): L=50m×19 perforaciones,ángulo de elevación 5°,ángulo de rotación 10°	1109.25
	Perforación de captación de agua en el banco inferior(VP40): L=50 m×19 perforaciones,ángulo de elevación 5°,ángulo de rotación 10°	1105.25
	Perforación de drenaje(SGP90A):L= 62.6 m,ángulo de depresión 10°	1104.75
Pozo de infiltración (No.2)	Diámetro 3.5m,L=12.50m(incluido 0.5m de parte terrestre),hecho de túneles Liner	1104.50
	Perforación de captación de agua en el banco superior(VP40): L=50m×13 perforaciones,ángulo de elevación 5°,ángulo de rotación 10°	1097.75
	Perforación de captación de agua en el banco inferior(VP40): L=50m×13 perforaciones,ángulo de elevación 3°,ángulo de rotación 10°	1093.75
	Perforación de drenaje(SGP90A):L= 84.4 m,ángulo de depresión 9°	1093.25

Tabla 2-15 Resultado del Cálculo de Caudal de Avenida del Canal Troncal de El Reparto

ítem	A	B
Precipitación diseñada (mm /día)	70	70
Superficie de cuenca (k m ²)	0.1865	279163
Diferencia de elevación de cuenca (m)	146.5	76
Longitud de cause (m)	784.4	453.4
Pendiente de cuenca	1 / 5.348	1 / 5.952
Velocidad de llegada de inundación (m / seg.)	7.31	6.85
Tiempo de llegada de inundación (min.)	31.79	31.1
Intensidad de lluvia (mm / hora)	136.76	138.37
Coefficiente de escurrimiento	0.50	0.50
Flujo de inundación diseñado (m ³ / seg.)	3.55	1.15

Tabla 2-16 Resultado del Cálculo del Nivel de Avenida Diseñado del Canal Troncal de El Reparto

ítem	A	B
Caudal de inundación diseñada (m ³ / seg.)	3.55	1.15
Coefficiente de rugosidad:n	0.015	0.015
Pendiente de canal diseñada:i	1 / 6.332	1 / 4.500
Sección de flujo:A(m ²)	0.392	0.200
Perímetro mojado:P(m)	1.820	1.300
Radio hidráulico:R(m)[=A/P]	0.215	0.154
Velocidad de flujo:v(m/seg.) [fórmula Manning]	9.52	9.023
Cantidad permisible de flujo: Qa(m ³ / seg.)	3.73	1.80
Forma de canal	Alcantarilla de cajón 700×700	Moldeado en el sitio 500×500

Tabla 2-17 Lista de Volumen de Tierras a Eliminars e - y Terraplenes

ítem	El Berrinche	El Reparto	Total
Movimientos de tierra (m ³) (Tierras a eliminarse)	34,847 (16,199)	7,833 (3,736)	42,680 (19,935)
Terraplenes y Relleno(m ³) (Terraplenes)	29,178 (16,699)	7,068 (4,209)	36,246 (20,908)
Tierras sobrantes(m ³)	5,669	765	6,434

2-2-2-4 Plan de Monitoreo

Las obras de monitoreo serán instaladas en los principales bloques de los deslizamientos correspondientes para que se pueda reconocer correctamente los movimientos de estos deslizamientos. También las obras de monitoreo serán utilizadas para el control de seguridad durante la construcción de las obras preventivas.

Aparte del aprovechamiento de los pozos existentes (pozos observatorios por piezómetro e inclinómetro) -, en El Berrinche se instalarán nuevamente un lugar para pluviómetro, 4 lugares para

extensómetro, 1 pozo observatorio para inclinómetro y 3 pozos observatorios para piezómetro automático. En El Reparto, también nuevamente se instalarán un lugar para pluviómetro, 2 lugares para extensómetro, 1 pozo observatorio para inclinómetro y 1 pozo observatorio para piezómetro automático. La disposición general de los medidores de monitoreo será como se indica en las figuras 13 y 14. Las estacas de desplazamiento existentes no se utilizarán en el monitoreo de El Berrinche ni en el de El Reparto en consideración al desorden amplio que será producido por la construcción.

Tabla 2-18 Lista de Medidores de Monitoreo

	Medidor a instalarse nuevamente (En la construcción de obras)	Medidor instalado en el Estudio Preparativo (Junio de 2008)	Pozo existente ¹⁾ (Antes de 2001)
El Berrinche			
Pluviómetro	1 lugar (dentro de la oficina de campo)	1 lugar (recinto de SOPTRAVI)	-
Extensómetro	4 lugares (automáticos) (entre los bloques A, B, C y A')	-	-
Inclinómetro	1 lugar ²⁾ En el punto entre 5 a 10 m arriba del pozo existente B-08-04 con 60 m de profundidad	lugares (B-08-01 (45 m)) (B-08-03 (45m))	4 lugares (B1(40m), B2(50m), INC-2 (60m) y INC-4 (35m))
Piezómetro	lugares (automáticos) 1: Entre el pozo de infiltración No.2 y el pozo existente B-08-03 con 30 m de profundidad 2: Abajo cercano del pozo No.4 con 20 m de profundidad 3: Entre el pozo de infiltración No.6 y el pozo existente B-08-04 con 20 m de profundidad	1 lugar (manual) (B-08-02 (35m))	6 lugares (manuales) (BS-2 (27m), BS-5 (56m), BS-6, BS-7 (55m), W-1 (25m) y W-2 (35m))
El Reparto			
Pluviómetro	1 lugar (dentro de la oficina de campo)	1 lugar (recinto de AMDC)	-
Extensómetro	2 lugares (automáticos) 1: Entre la parte central del barranco principal producido por el deslizamiento y el pozo existente R-3, un tramo de 15 m 2: Entre la superficie de deslizamiento secundaria (sendero superior) y el pozo de infiltración No.1, un tramo de 15 m	-	-
Inclinómetro	1 lugar (Parte central del barranco principal)	1 lugar (R-08-02 (30m))	1 lugar (R4 (35m))
Piezómetro	1 lugar (automático) En el punto a 20 m abajo (al suroeste) del pozo existente R-08-02 con 20 m de profundidad	2 lugares (automático y manual) (R-08-01, automático (30m)) (R-08-03, manual (10m))	2 lugares (manuales) (R3 (35m), R5 (7 m))

Nota ¹⁾: pozos que permiten hacer la medición. El código de medidores se describe en las figuras 13 y 14.

Nota ²⁾: Instalación de pozo de perforación y tubo guía (respecto al extensómetro en sí, se utilizará el que se introdujo en el Estudio Preparativo.)

Los valores medidos por estos medidores serán controlados en forma concentrada en la oficina del organismo administrativo principal (CODEM-DC), y según los valores de control previamente establecidos se realizará una patrulla de revisión y luego de confirmar visualmente el estado de campo (deformación del suelo, existencia de grietas, el cambio de volumen de drenaje de los pozos de infiltración, la anormalidad de estructuras, etc.) serán aprovechados para el juicio de las acciones de alerta y de evacuación.

En el re-estudio de Honduras realizado en julio de 2010, se confirmó la activación de actividades de deslizamiento de tierra en los 2 lugares colindantes al área de influencia de las obras de El Berrinche. Dicho deslizamiento de tierra es diferente al bloque de deslizamiento objeto de este Proyecto, sin embargo, es necesario monitorear su influencia en la construcción de las obras. Por eso, se colocará un extensómetro en 5 lugares cercanos a dichos 2 lugares colindantes.

2-2-3 Planos de Diseño Básico

Se enumeran los planos de diseño básico elaborados conforme al plan básico arriba mencionado (*figuras de 2-11 a 2-23*)

En cuanto a los pozos de infiltración, dentro de diez pozos en total (8 en El Berrinche y 2 en El Reparto), se indicarán como pozos representativos el pozo No.2 de El Berrinche y el pozo No. 1 de El Reparto. Respecto a los canales, son de varios tamaños, dentro de los cuales se mostrará la sección representativa

(1) El Berrinche

- 1) Plano de disposición plana de los pozos de infiltración (*figura 2-11*)
- 2) Sección de disposición de los pozos de infiltración (*figura 2-12*)
- 3) Dibujo detallado de la boca de perforaciones de captación y de drenaje del pozo No.2 (*figura 2-13*)
- 4) Plano estructural del pozo No.2 (*figura 2-14*)
- 5) Plano detallado de tratamientos del extremo de flujo de perforaciones horizontales (*figura 2-15*)
- 6) Plano de clasificación de las secciones de canales (*figura 2-16*)
- 7) Sección estándar de canales (*figura 2-17*)

(2) El Reparto

- 1) Plano de disposición plana de los pozos de infiltración (*figura 2-18*)
- 2) Sección de disposición de los pozos de infiltración (*figura 2-19*)
- 3) Dibujo detallado de la boca de perforaciones de captación y de drenaje del pozo No.1 (*figura 2-20*)
- 4) Plano estructural del pozo No.1 (*figura 2-21*)
- 5) Plano de clasificación de las secciones de canales (*figura 2-22*)
- 6) Sección estándar de canales (*figura 2-23*)

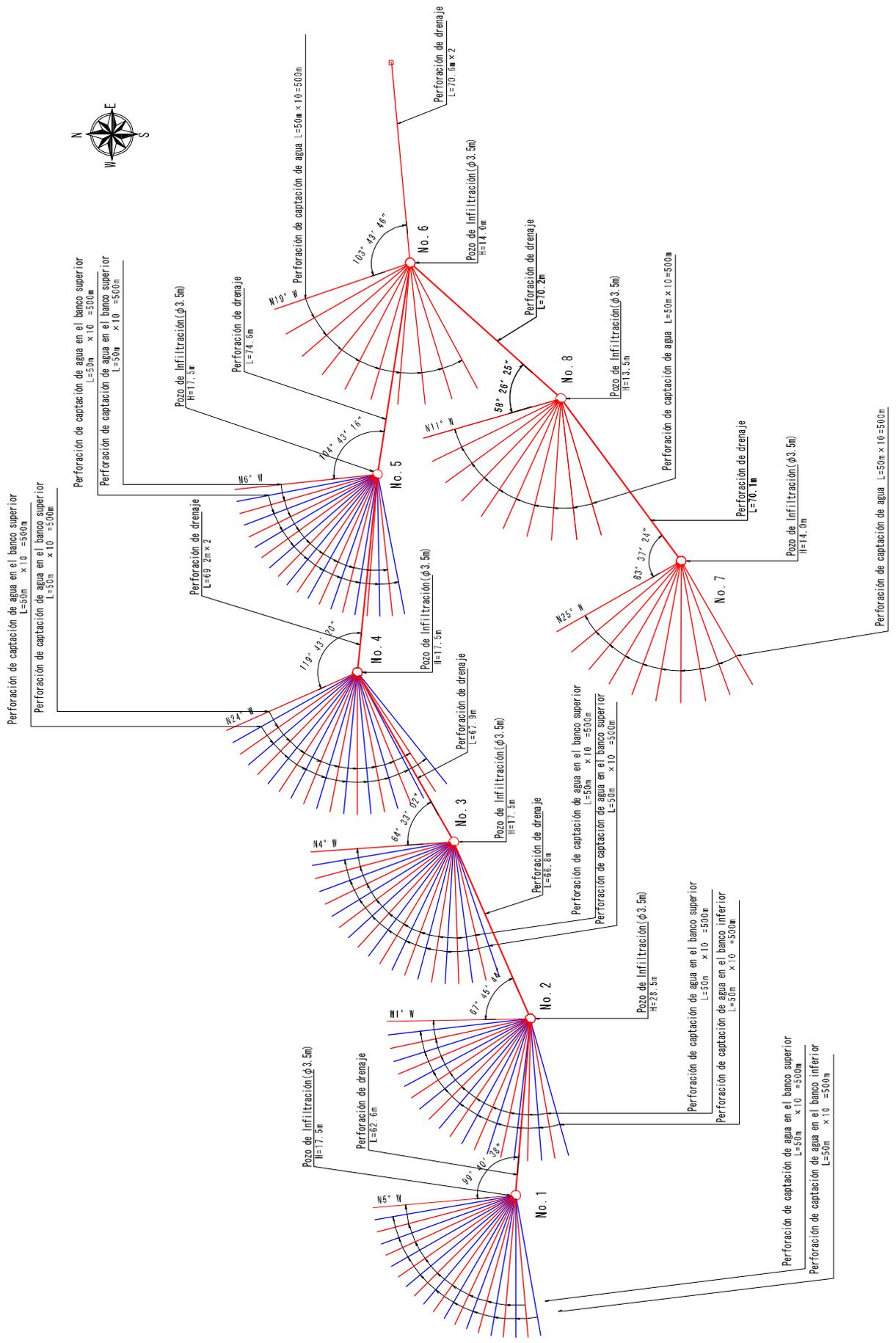


Figura 2-11 Plano de disposición plana de los pozos de infiltración (El Berrinche)

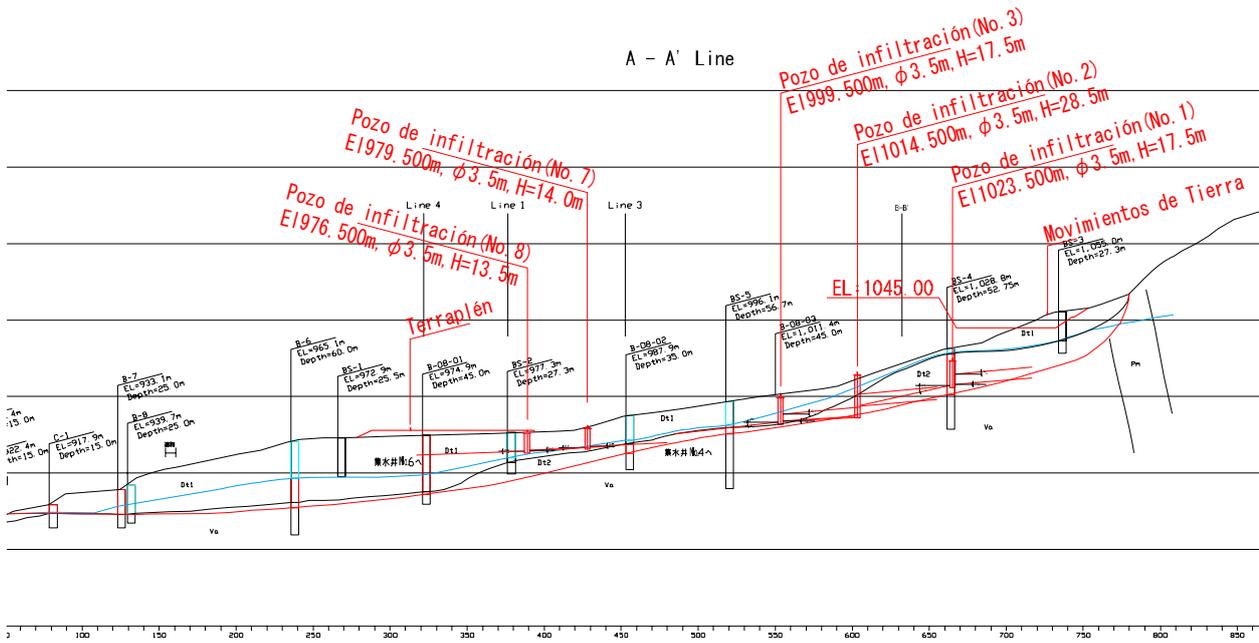


Figura 2-12 Sección de disposición de los pozos de infiltración (El Berrinche)

Elevación Lateral

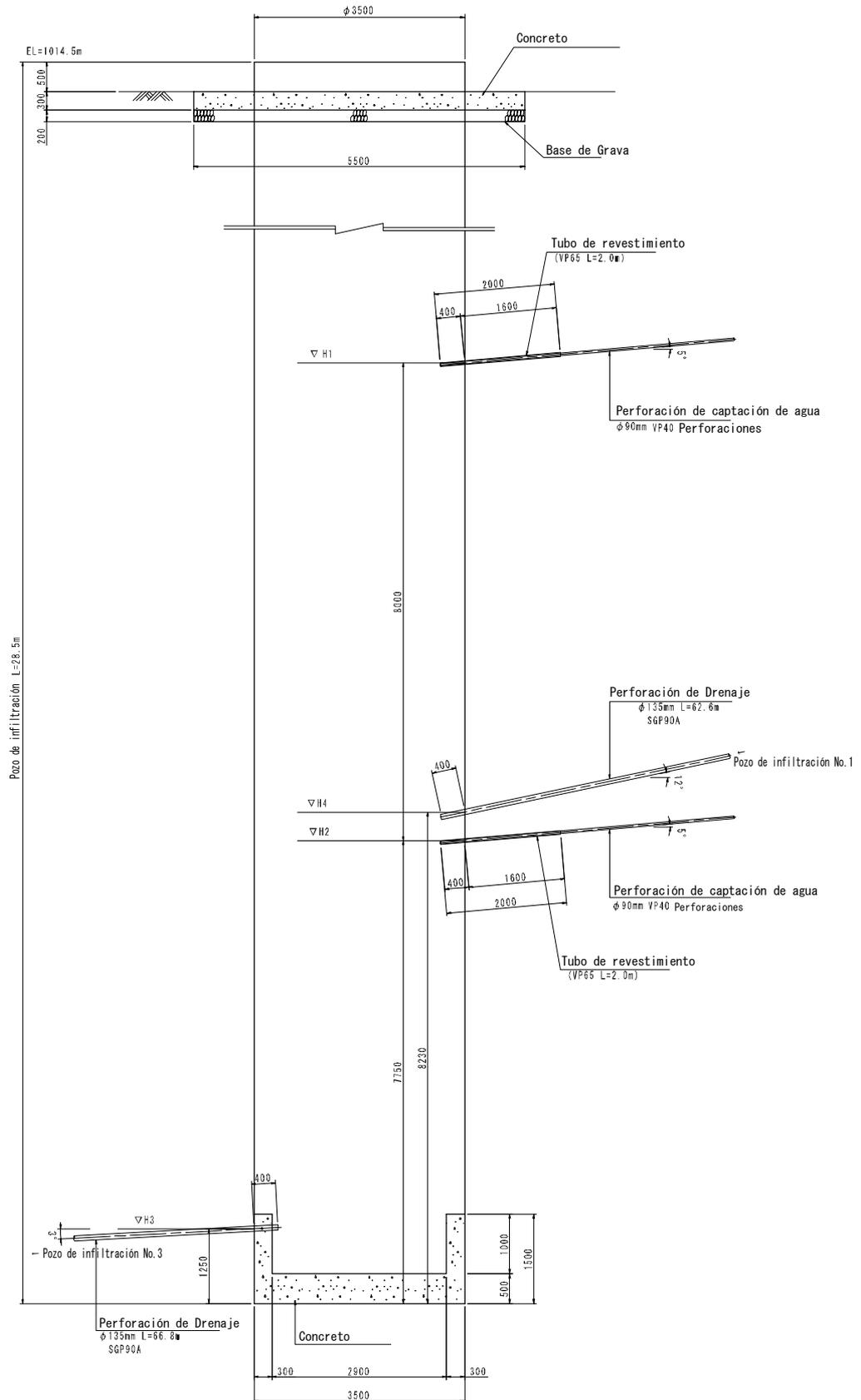
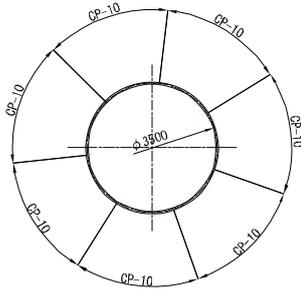
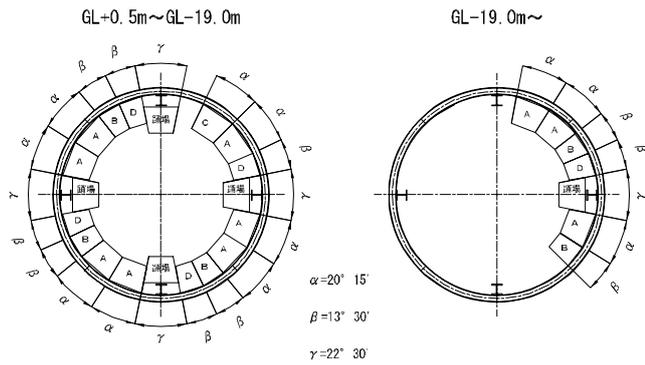


Figura 2-13 Dibujo detallado de la boca de perforaciones de captación y de drenaje del pozo No.2 (El Berrinche)

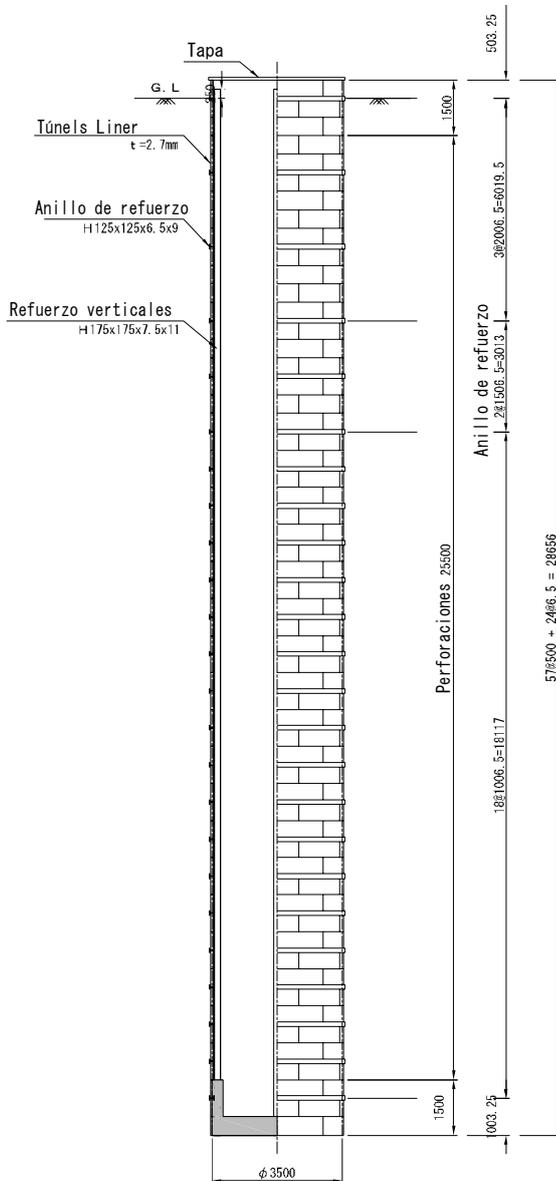
Planta s=1/100



Planta Escalera



Elevacion Lateral s=1/100



Plano de Desarrollo s=1/100

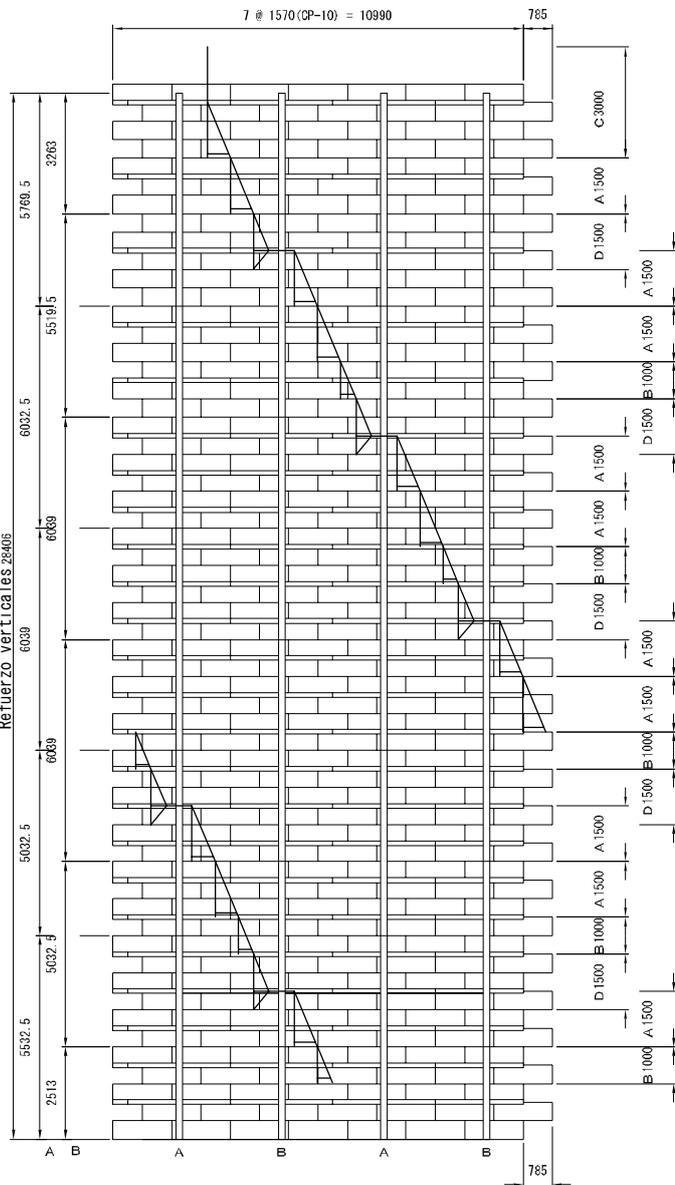


Figura 2-14 Plano estructural del pozo No.2 (El Berrinche)

Perforación Horizontal

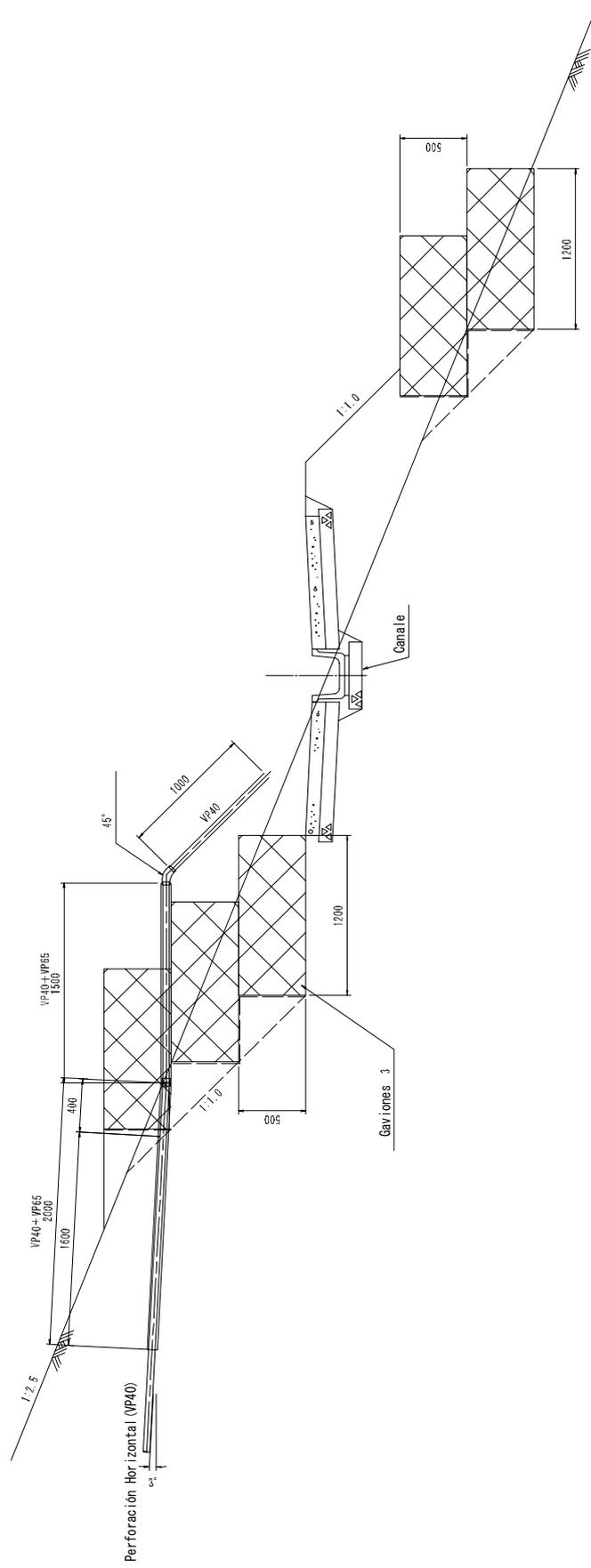


Figura 2-15 Plano detallado de tratamientos del extremo de flujo de perforaciones horizontales (El Berrinche)

Plano de clasificación de las secciones de canales

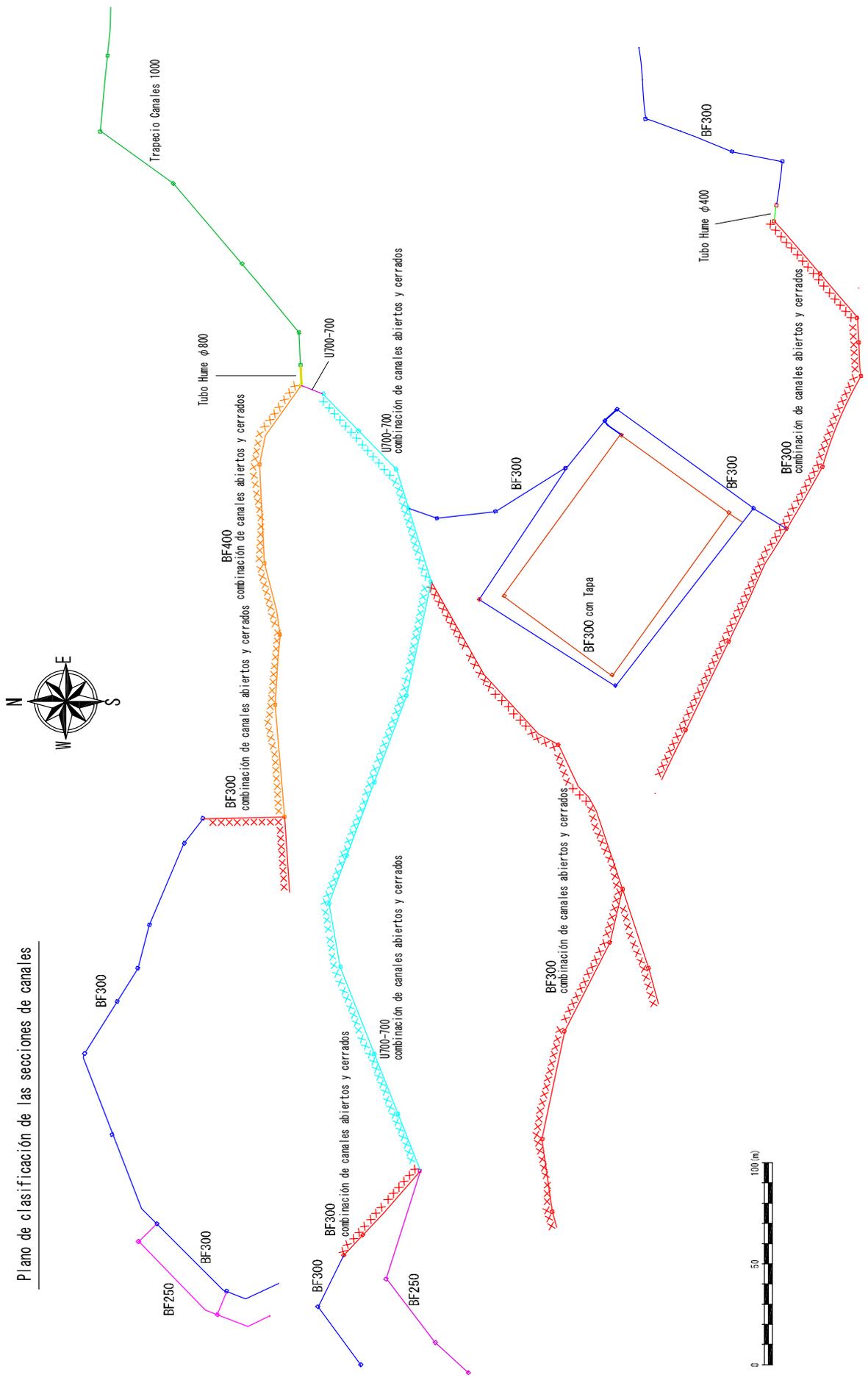
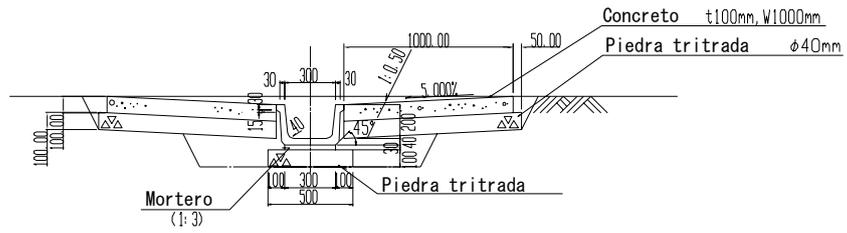


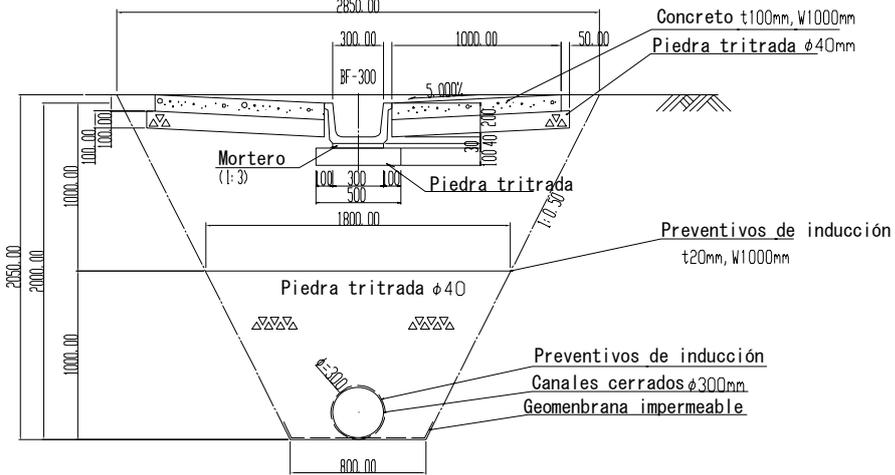
Figura 2-16 Plano de clasificación de las secciones de canales (El Berrinche)

BF-300



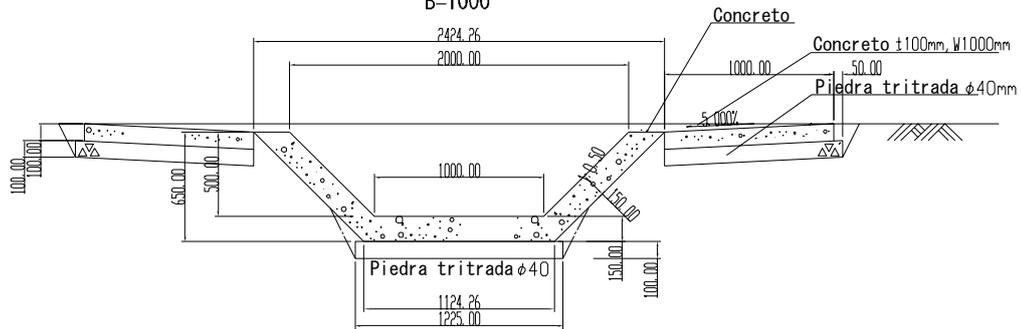
BF-300

Combinación de canales y cerrados



Trapecio Canales

B=1000



Trapecio Canales B=700

Combinación de canales y cerrados

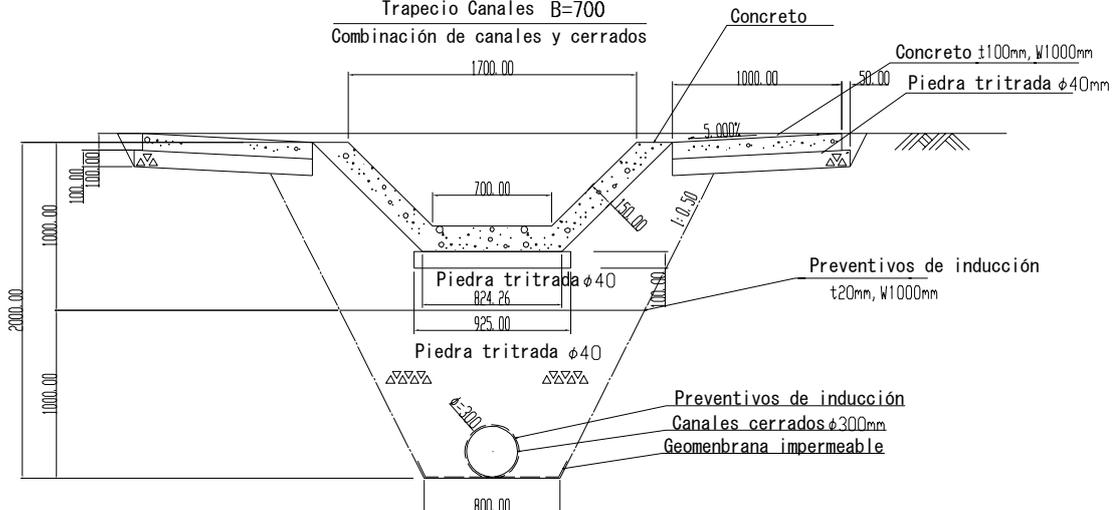


Figura 2-17 Sección estándar de canales (El Berrinche)

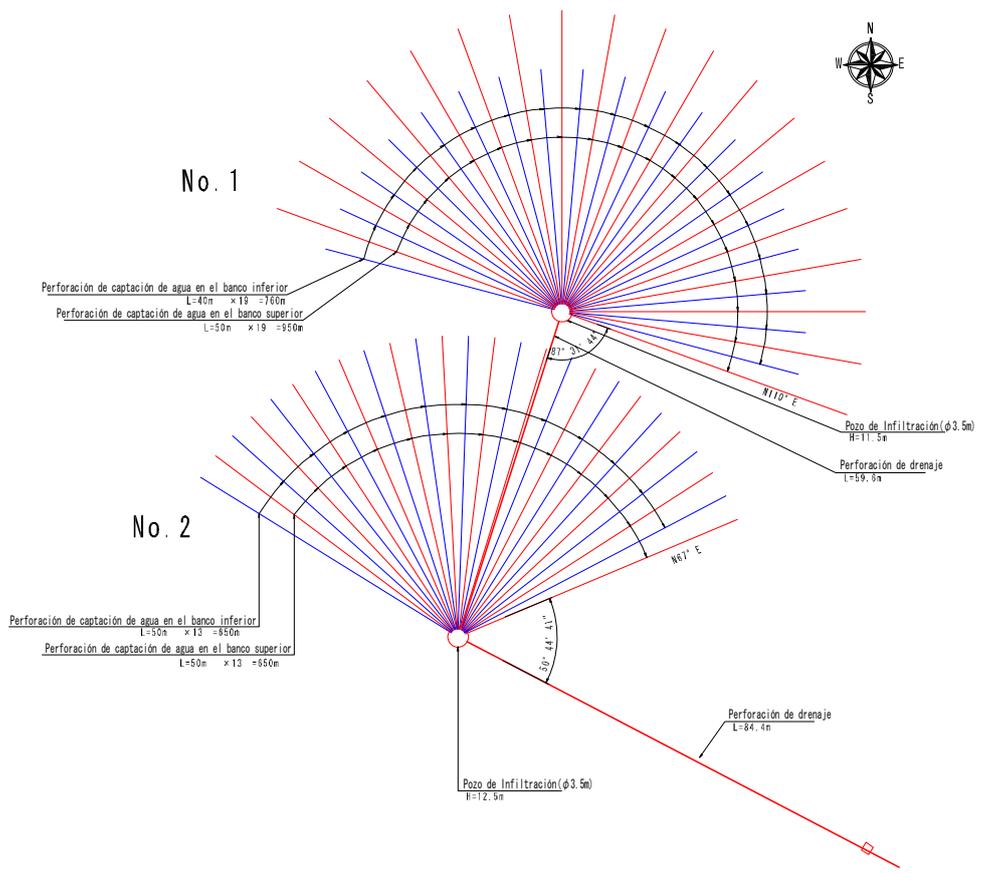


Figura 2-18 Plano de disposición plana de los pozos de infiltración (El Reparto)

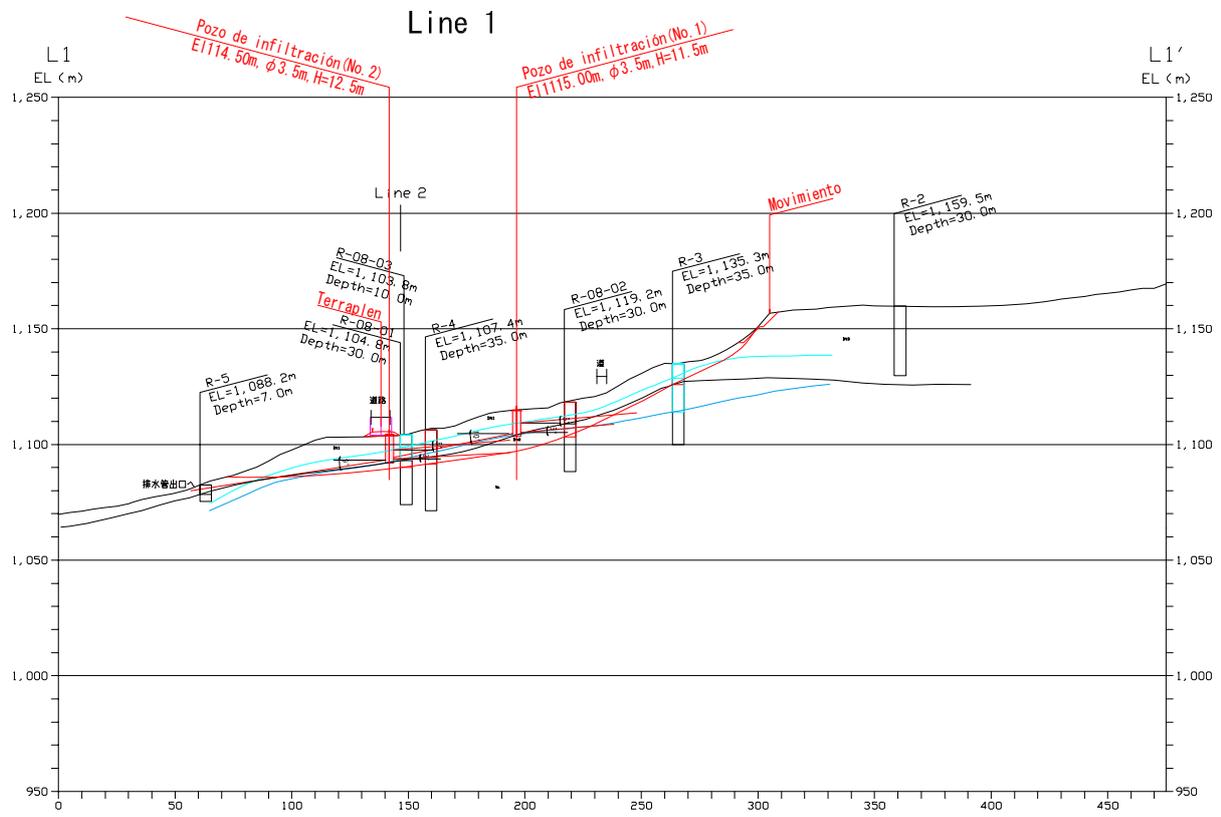


Figura 2-19 Sección de disposición de los pozos de infiltración (El Reparto)

Elevación Lateral

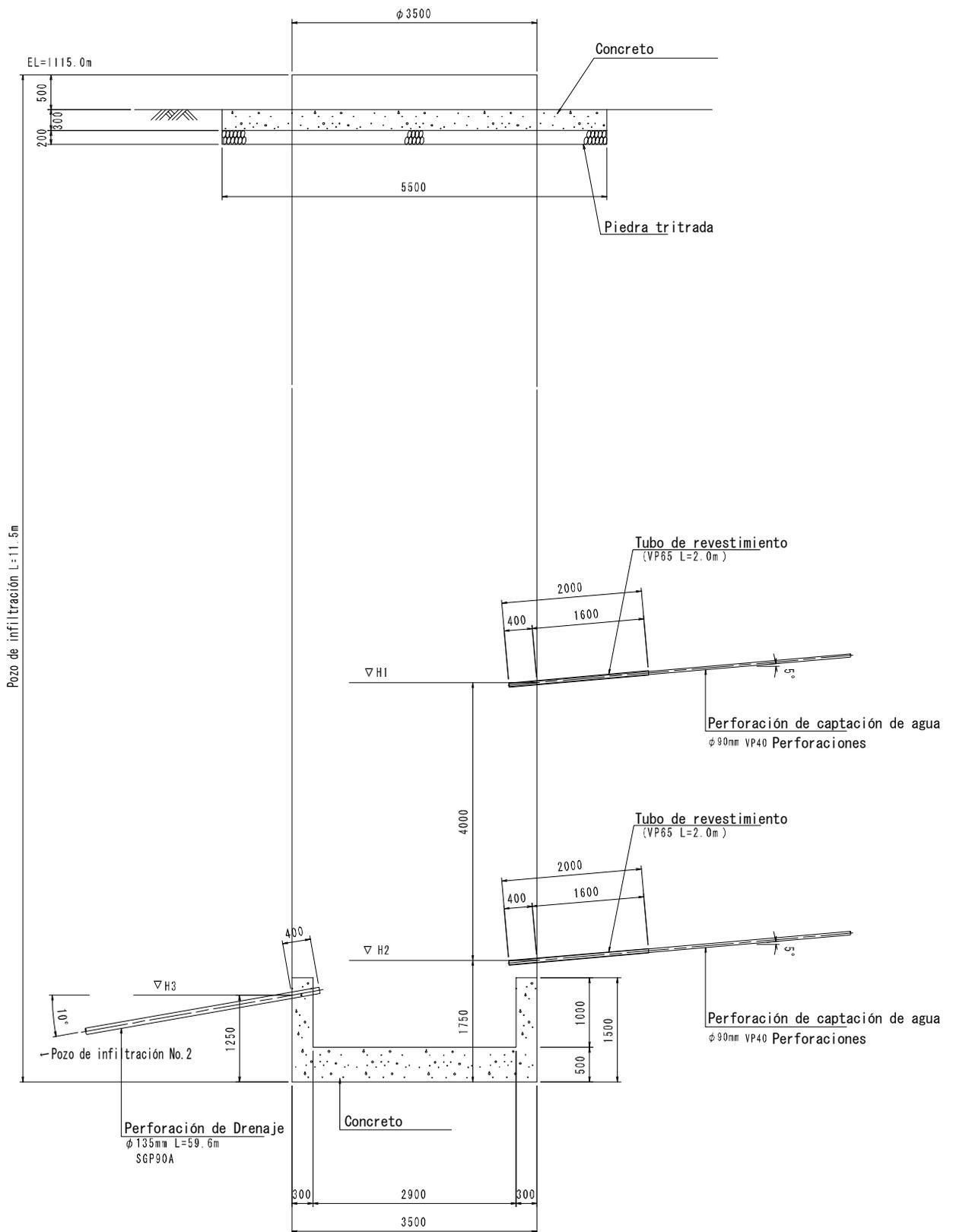
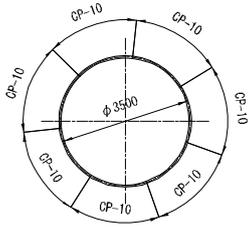
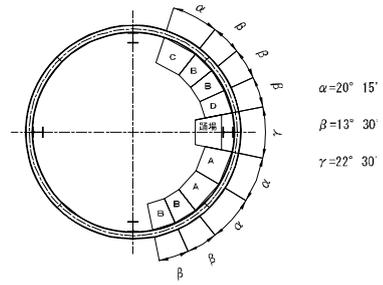


Figura 2-20 Dibujo detallado de la boca de perforaciones de captación y de drenaje del pozo No.1 (El Reparto)

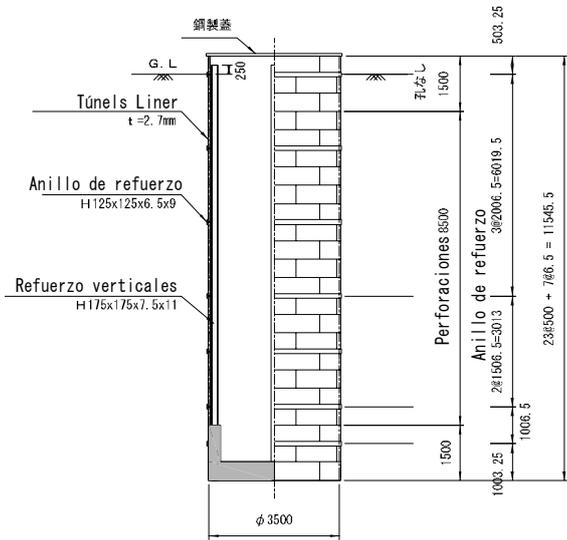
Planta s=1/100



Planta Escalera



Elevacion Lateral s=1/100



Plano de Desarrollo s=1/100

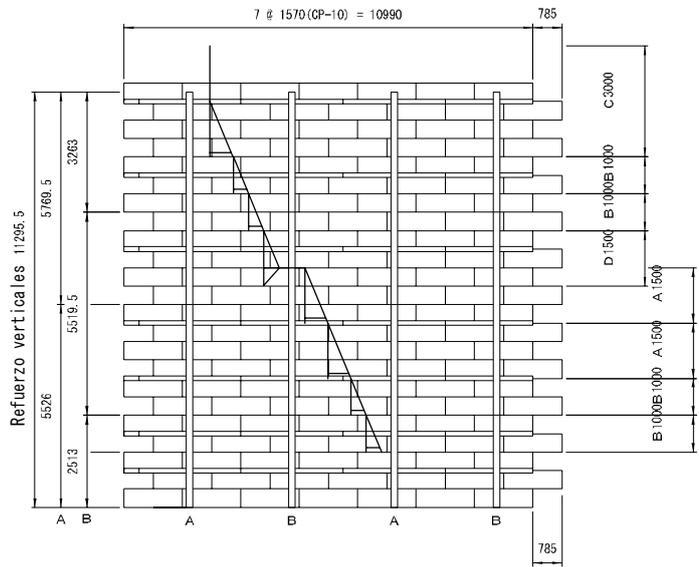


Figura 2-21 Plano estructural del pozo No.1 (El Reparto)

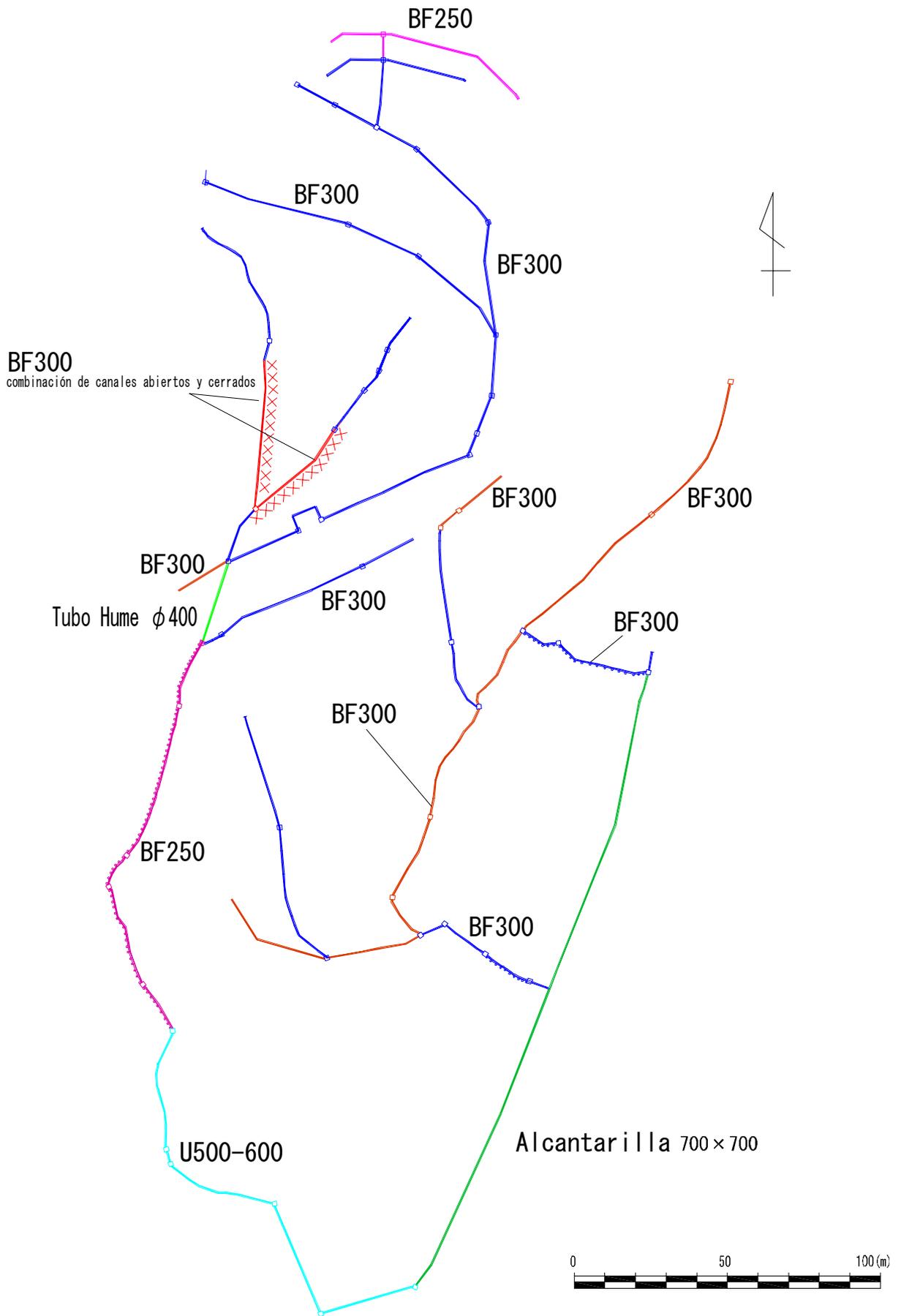
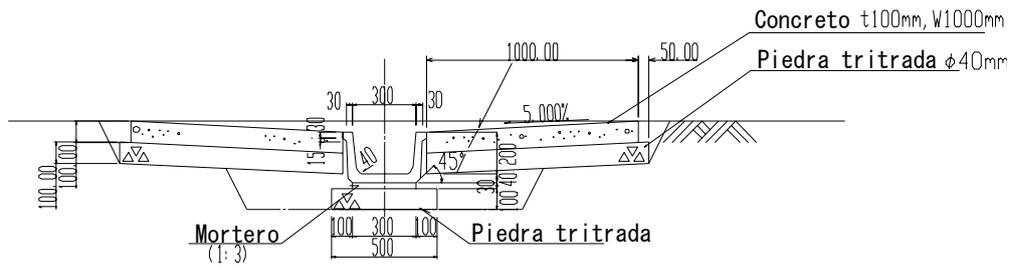
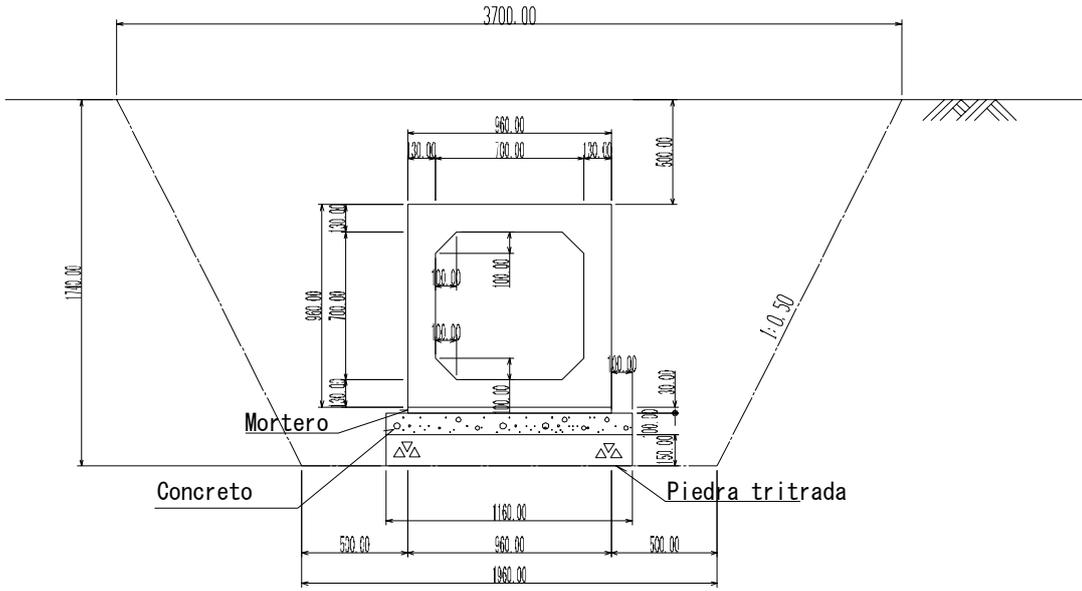


Figura 2-22 Plano de clasificación de las secciones de canales (El Reparto)

BF-300



RC Alcantarilla 700 × 700



Tubo Hume φ 400

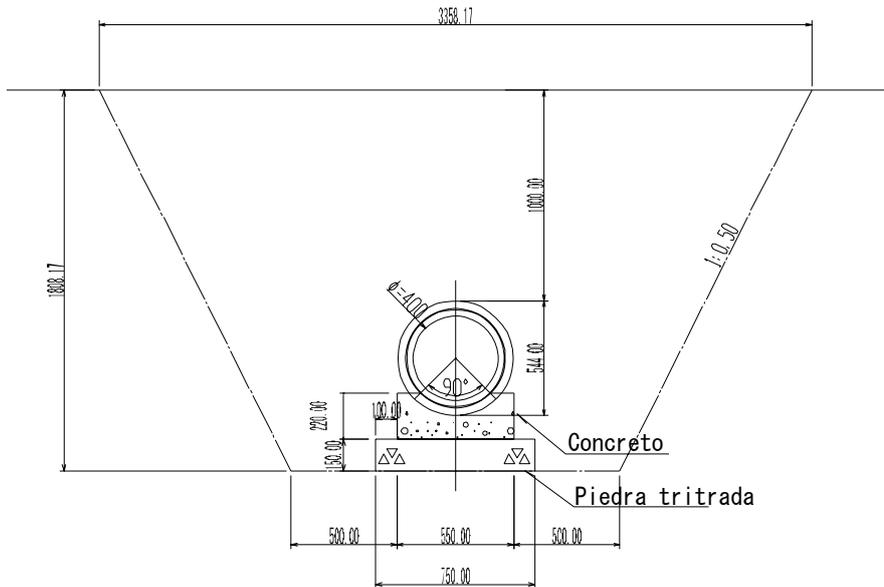


Figura 2-23 Sección estándar de canales (El Reparto)

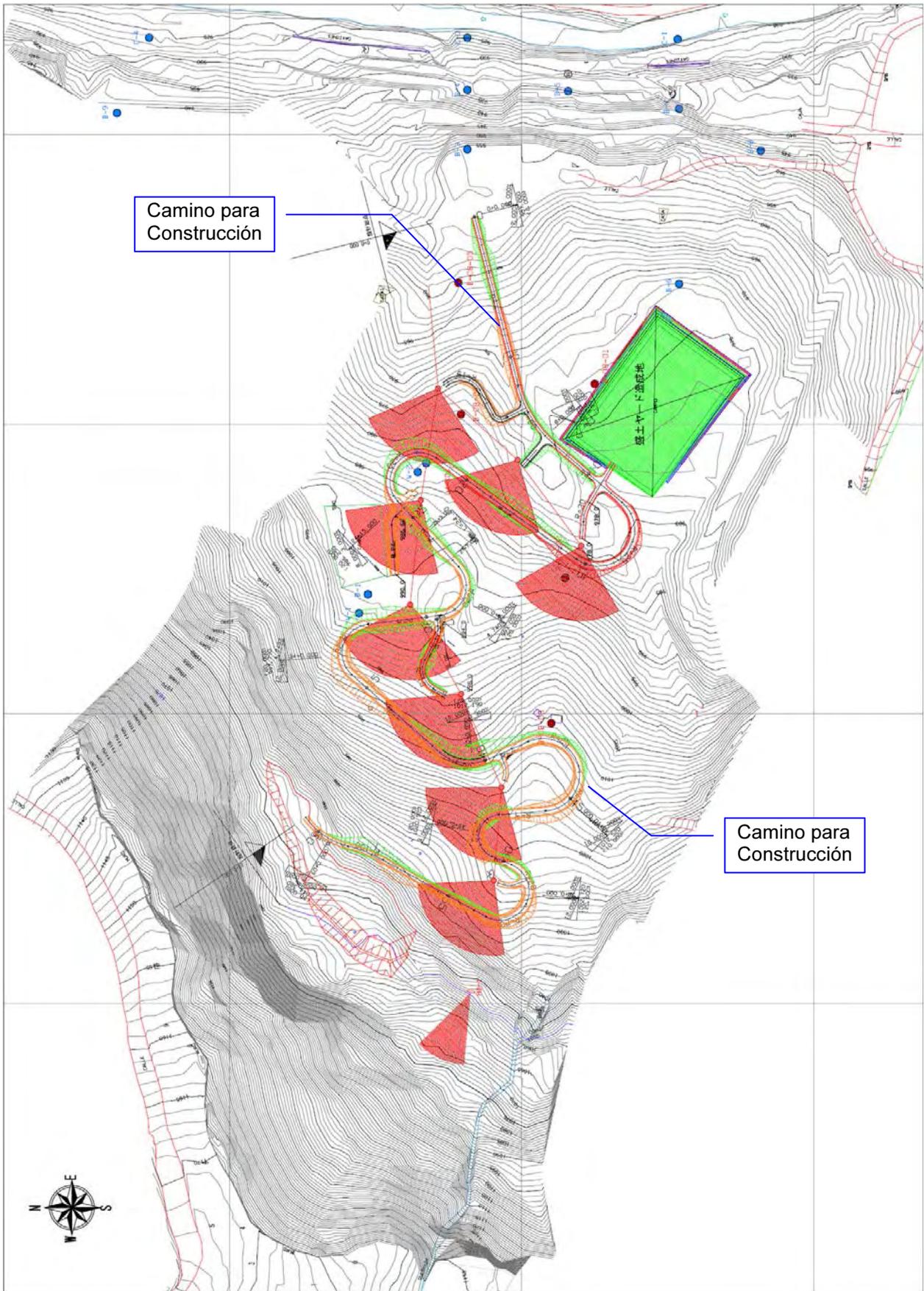


Figura 2-24 Vista en Planta del Camino para la Construcción (El Berrinche)

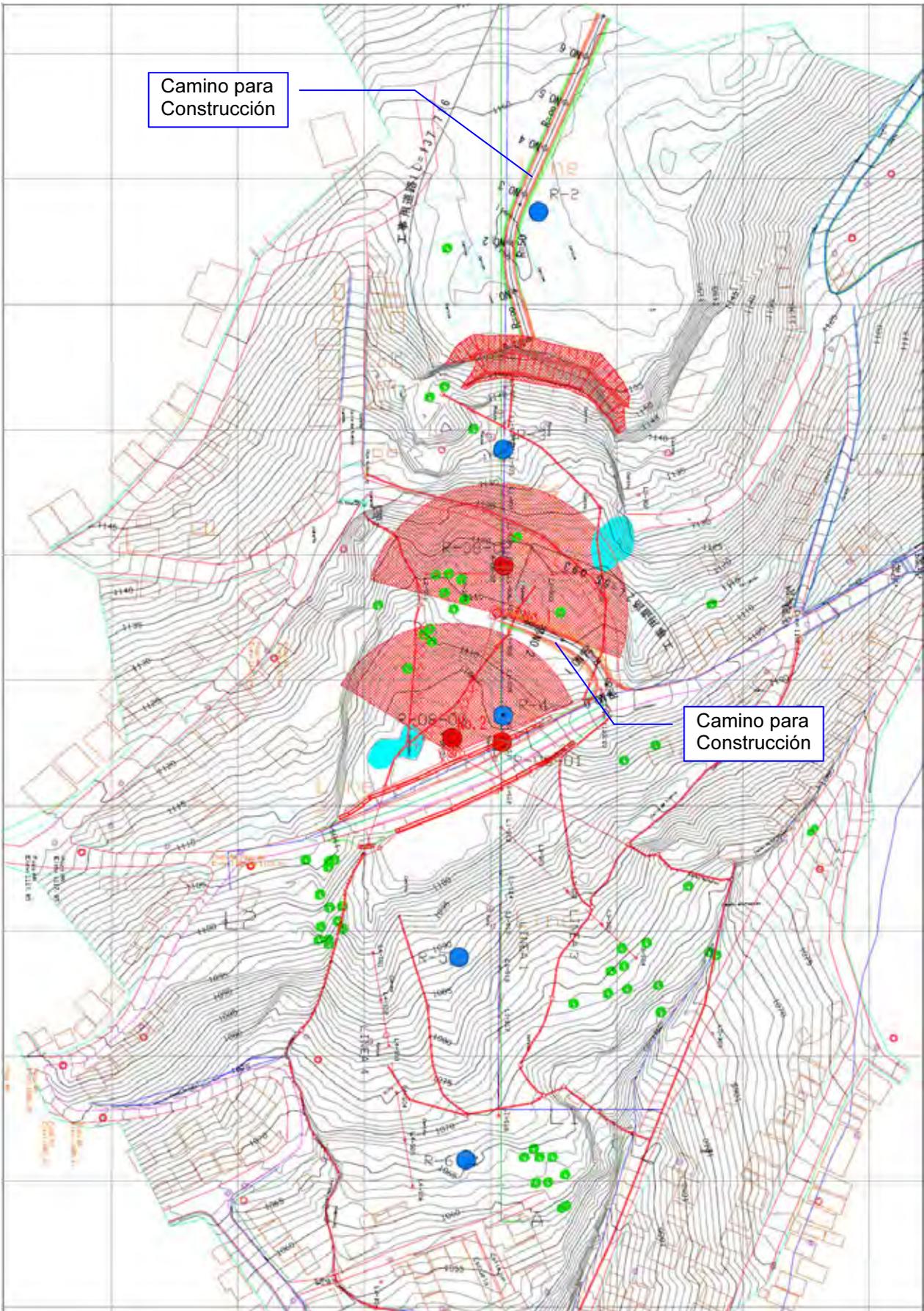


Figura 2-25 Vista en Planta del Camino para la Construcción (El Reparto)

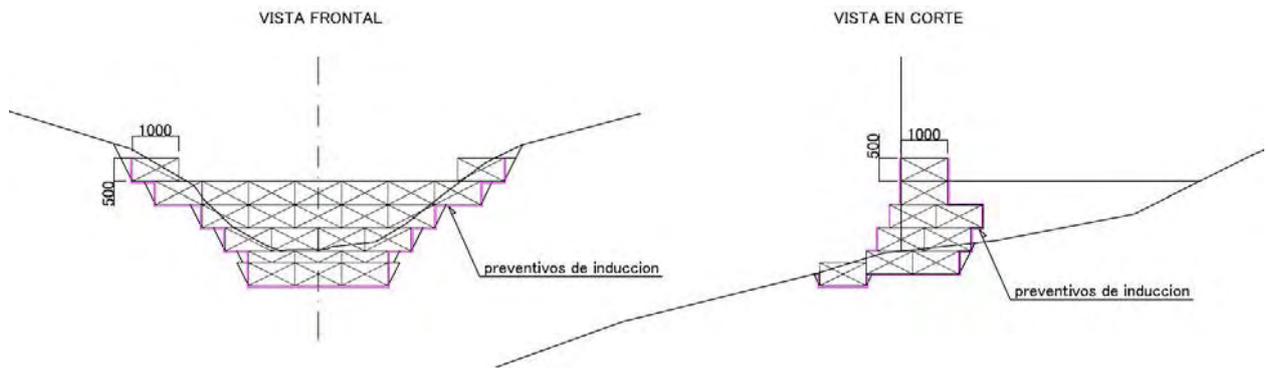


Figura 2-26 Plano estándar de consolidación de suelo mediante gaviones

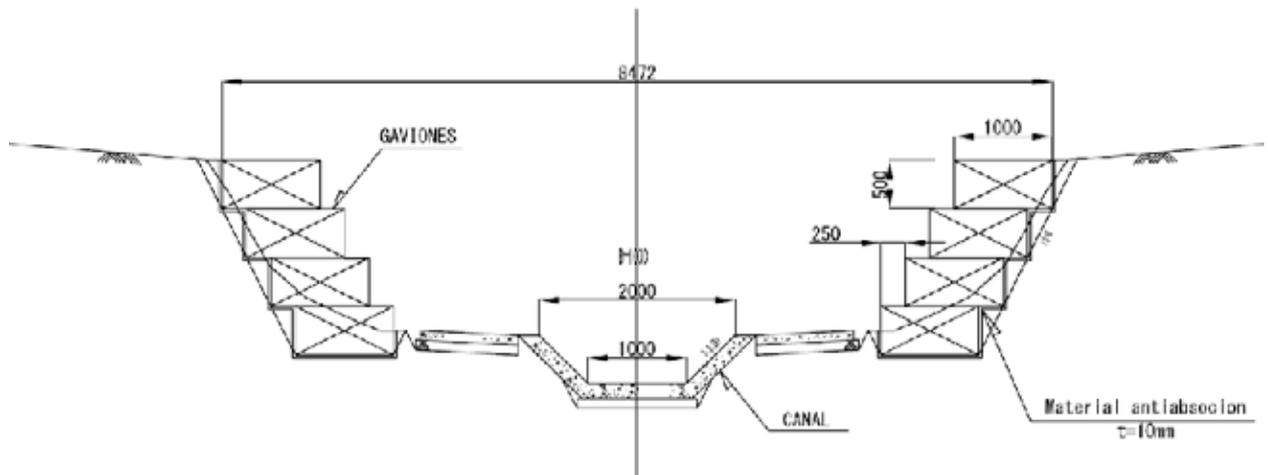
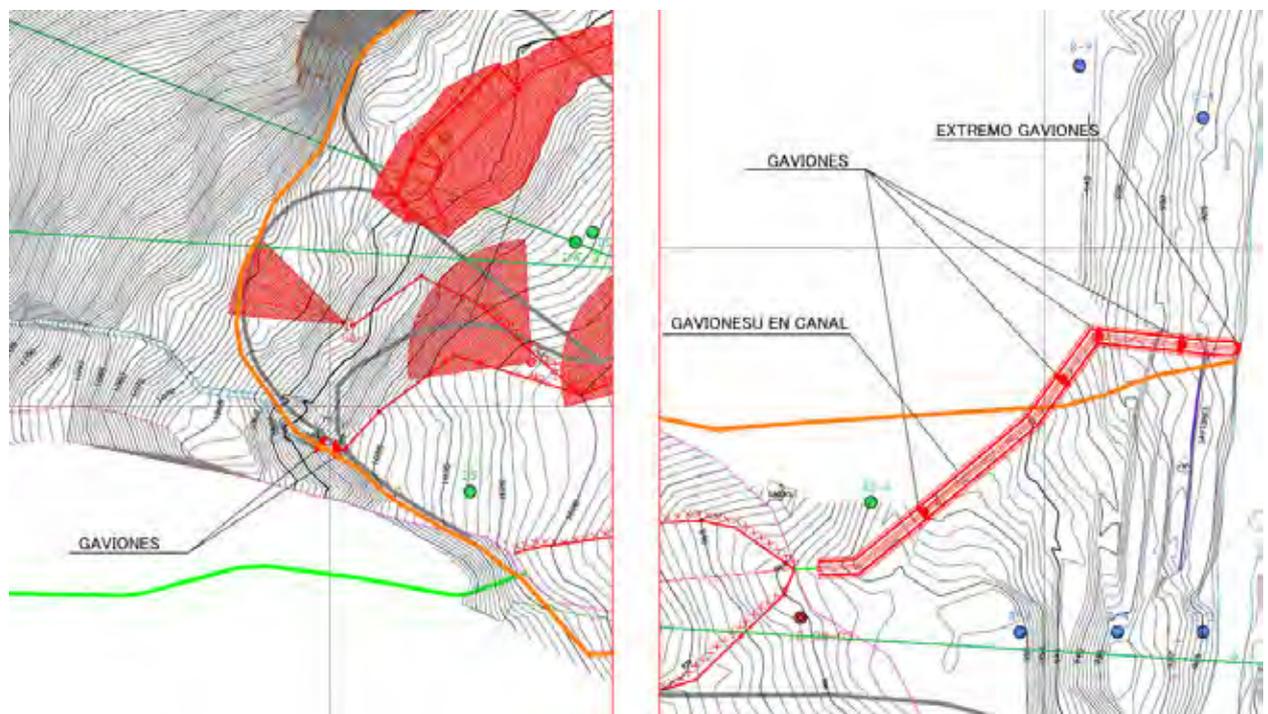


Figura 2-27 Sección transversal de los gaviones en canal



Area cercana al Pozo de infiltración No.1

Parte mas baja del Canal (Río Choluteca)

Figura 2-28 Ubicación de la obra de consolidación de suelo mediante gaviones y la obra de gaviones en canal en El Berrinche

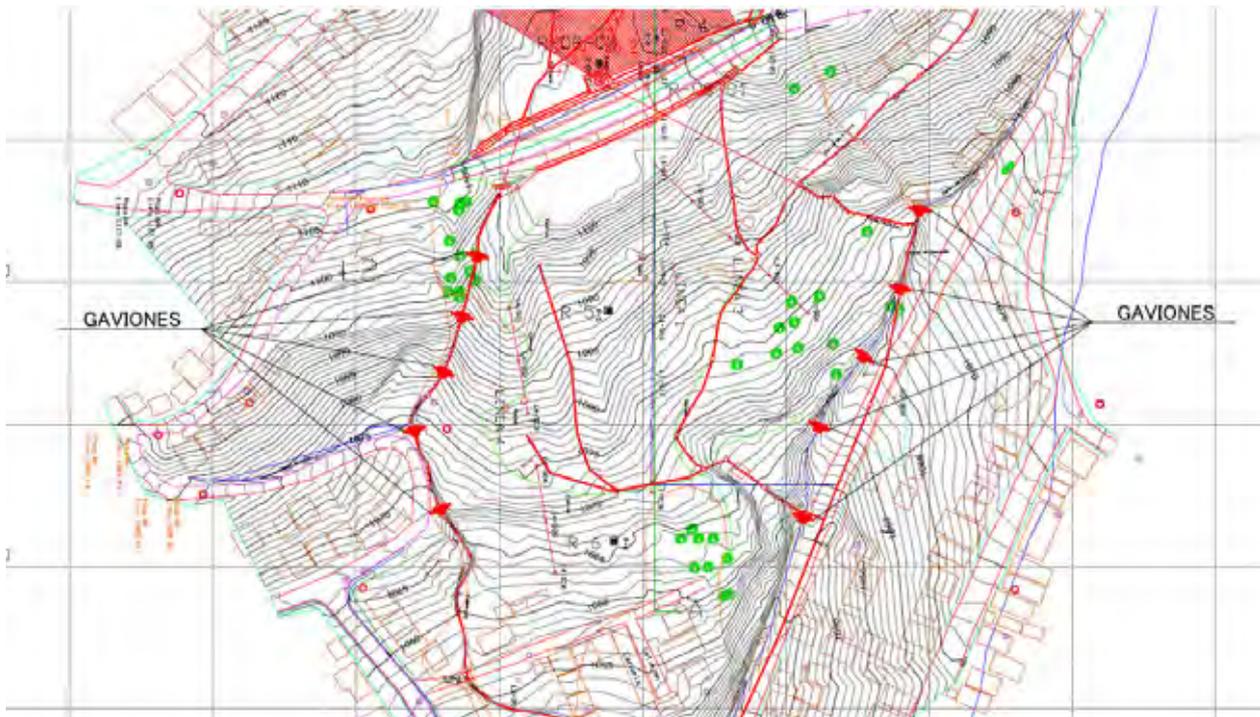


Figura 2-29 Ubicación de la obra de consolidación de suelo mediante gaviones en El Reparto

2-2-4 Plan de Ejecución

2-2-4-1 Lineamientos de Ejecución

Suponiendo que el presente Proyecto será ejecutado en el marco de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón, se considerarán los siguientes puntos como lineamientos de ejecución.

- 1) Ya que la ejecución de las obras será en la zona de riesgo de deslizamientos con terrenos inclinados y perforaciones profundas, será un plan que permita considerar una segura ejecución de construcción.
- 2) Se adoptará un adecuado método de ejecución considerado el estado geológico y el comportamiento de lluvias y se elaborará un plan de ejecución real y seguro.
- 3) Para contribuir a la activación de la economía local, la creación de oportunidades de empleo y el fomento de transferencia tecnológica, en la ejecución del presente Proyecto se aprovecharán al máximo ingenieros, obreros, equipos y materiales locales.
- 4) Se propondrá la metodología de mantenimiento y las medidas administrativas de las obras preventivas después de su construcción y de monitoreo para alerta de deslizamientos, y se pretenderá, a través de la realización del plan de componente lógico, la mejora de la capacidad de los hondureños que se encargarán del mantenimiento futuro.

2-2-4-2 Consideraciones en la Ejecución

A continuación, se describen las consideraciones en la ejecución del Proyecto objeto de la Cooperación.

(1) Aseguramiento de Seguridad durante el Período de Construcción de las Obras

- Debido a ser zona de riesgo de deslizamientos, se hará el monitoreo de alerta de deslizamientos durante el período de construcción de las obras.
- Se planificará que para la construcción de las obras en terrenos inclinados y en perforaciones profundas se hará educar bien a los trabajadores, y al mismo tiempo se hará colocar encargados del control de seguridad. Se estipulará el enriquecimiento del control de seguridad en el contrato con el contratista.
- Debido a ser construcción de las obras en el casco urbano, se colocarán no sólo vigilantes para restringir la entrada de ciudadanos corrientes en la zona de construcción de las obras, sino también policías municipales. Además, debido a que para la entrega y el envío de los equipos y materiales se utilizarán las actuales carreteras angostas periféricas del sitio del Proyecto, se colocarán policías de tráfico en los lugares estratégicos.

(2) Conservación Ambiental durante el Período de Construcción de las obras

Respecto a los temas ambientales que deberán ser considerados a la ejecución del Proyecto, las medidas de mitigación de los mismos y el método de monitoreos se describen en “6-3 Plan de Monitoreo”.

(3) Cumplimiento de la Legislación Laboral Hondureña

De acuerdo con la legislación laboral de Honduras, las horas fundamentales de trabajo serán 44 horas a la semana y los días laborales básicos son 6 días a la semana desde lunes hasta sábado. Se calculará el porcentaje del número de días de trabajo, sumando a estas condiciones los días fuera de trabajo por causa de lluvias y los días festivos. Estas condiciones de trabajo serán descritas en los documentos de licitación y se reflejarán en el programa real de construcción de las obras.

(4) Máximo Aprovechamiento de la Época Seca

Las obras a construirse en el Proyecto objeto de la Cooperación son de tierras como perforaciones de drenaje, pozos de infiltración (10 pozos), canales, protección de orilla, movimientos de tierra, terraplenes, etc., por lo tanto, los días posibles de su ejecución están sujetos notablemente a las lluvias. Se estudiará un plan de ejecución de cada obra que permita reducir el período total de construcción de las obras, mediante la concentración de los trabajos de tierra como movimientos de tierra, terraplenes, etc. de cada obra en la época seca, puesto que estos trabajos son fáciles de verse afectados por lluvias.

(5) Ubicación Adecuada de las Perforaciones de Drenaje según el Estado Geológico y el Nivel de Recarga de Aguas Subterráneas Reales

En cuanto al estado geológico y al estado de recarga de aguas subterráneas, generalmente lo real se diferencia de lo planeado que fue supuesto por medio de las limitadas informaciones obtenidas por la investigación. Visto que las perforaciones de drenaje y los pozos de infiltración son obras que tienen como objetivo principal captar aguas subterráneas, se planteará una modificación del plan de ejecución

(por ejemplo; modificación del orden de construcciones y de la ubicación de perforaciones de drenaje, etc.) que no cause un gran impacto al costo total cuando no se pueda captar el volumen de aguas esperado por causa de la diferencia entre lo planificado y lo real.

2-2-4-3 División de Ejecución

En caso de que sea ejecutado el Proyecto objeto de la Cooperación, las respectivas responsabilidades de los Gobiernos de Japón y de Honduras serán como sigue:

Tabla 2-19 Respectivas Responsabilidades de los Gobiernos de Japón y de Honduras

Responsabilidades de la Parte Japonesa	Responsabilidades de la Parte Hondureña
<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de las obras preventivas de deslizamientos de tierra en El Berrinche y El Reparto descrita en el Plan Básico del Proyecto objeto de la Cooperación - Nueva Construcción de una parte de las obras de monitoreo en El Berrinche y El Reparto. - Construcción y retiro de instalaciones provisionales (banco de equipos y materiales, oficina administrativa, etc.) - Análisis de medidas del control de seguridad en la construcción y en el tráfico general que pasará por las zonas de construcción durante el período de construcción de las obras - Medidas preventivas de la contaminación ambiental causada por la construcción durante el período de construcción de las obras - Adquisición, importación y transporte de los equipos y materiales indicados en el plan de suministro de los mismos. En cuanto a los equipos a importarse serán re-exportados a los países de donde hayan sido adquiridos. - Diseño detallado, elaboración de los documentos de licitación y de contratos, ayuda en la licitación y supervisión de la ejecución de construcción que se han indicado en el Plan de Supervisión de la Ejecución. Se incluirá la vigilancia al plan de gestión ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ejecución de obtención de terrenos necesarios para el presente Proyecto - Ofrecimiento gratuito de los terrenos necesarios para la construcción de las instalaciones provisionales del Proyecto objeto de la Cooperación. - Retiro y reubicación de los cables eléctricos y telefónicos que serán afectados por la ejecución del Proyecto objeto de la Cooperación - Reubicación de tuberías de aguas potables que serán afectadas por la ejecución del Proyecto objeto de la Cooperación - Ofrecimiento de disposición final de materiales residuales necesaria para la construcción de las obras del Proyecto objeto de la Cooperación. - Colocación de policías municipales y de tráfico a los sitios de construcción de las obras. - Exoneración de los impuestos arancelarios, gravámenes internos y otras cargas fiscales que se imponga el Gobierno de Honduras - Otorgamiento de facilidades relacionadas con la entrada, la estadía, etc. de personas de Japón y de terceros países vinculadas al Proyecto objeto de la Cooperación - Carga con las comisiones bancarias, la apertura de una cuenta bancaria, los trámites de la Autorización de Pago (A/P)

2-2-4-4 Plan de Supervisión de la Ejecución

(1) Lineamientos Básicos del Trabajo de Supervisión de la Ejecución

Suponiendo que el Proyecto objeto de la Cooperación será ejecutado en el marco de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón, se mencionarán los siguientes puntos como lineamientos básicos para el trabajo de supervisión de la ejecución:

- Puesto que la calidad de la construcción influirá mucho en la vida útil y durabilidad de las obras terminadas, se cumplirá el trabajo de supervisión de la ejecución poniendo plena atención al control de calidad como tema prioritario.
- También se prestará atención a los controles de avance, seguridad y pago como temas a supervisarse luego del control de calidad.

- Para lograr estos temas, se celebrará la revisión de campo conjunta y la reunión ordinaria entre la empresa constructora y el consultor con un intervalo de una vez a la semana, en las cuales se confirmarán los problemas y se analizarán los lineamientos de medidas a tomarse.
- En adición a lo anterior, se celebrará una reunión ordinaria entre el representante (AMDC) del Comité Coordinador Conjunto (cuyos principales miembros son SOPTRAVI, SERNA, AMDC y COPECO) del Gobierno de Honduras que es el Cliente, la empresa constructora y el consultor donde se confirmarán los problemas y se discutirán los lineamientos de medidas a tomarse.
- Las instrucciones a la empresa constructora, el acta de todas las reuniones, la información al Cliente, etc. quedarán registrados por escrito y serán informados a través de estos documentos.

(2) Trabajo de Supervisión de la Ejecución del Consultor

A continuación se indicará el principal contenido de los trabajos a incluirse en el contrato de consultoría:

1) Fase de Diseño Detallado

Sobre las áreas objeto del Proyecto que hayan pasado por una época de lluvias a partir del Estudio Preparativo, el consultor ejecutará el levantamiento topográfico para el diseño de las obras y hará el diseño detallado de cada obra, estando sujeto al resultado del informe final del Estudio de Diseño Básico.

2) Fase de Elaboración de los Documentos de Licitación

El consultor elaborará el contrato de construcción de las obras y obtendrá la aprobación de AMDC del Gobierno de Honduras para los siguientes frutos:

Al momento de elaborar las especificaciones relevantes, se examinarán los asuntos particulares del presente Proyecto tales como 1) medidas a tomarse cuando se activen deslizamientos de tierra durante la construcción de obras preventivas, 2) introducción del sistema de cálculo preciso contra la variación geológica y 3) admisión de modificación del diseño ante circunstancias contingentes, etc.

- Informe de diseño detallado
- Planos de diseño
- Documentos de licitación

3) Fase de Licitación para la Construcción de las Obras

AMDC bajo la ayuda del consultor, seleccionará una empresa constructora de nacionalidad japonesa a través de la licitación pública. El consultor ayudará a AMDC en los siguientes trabajos:

- Aviso de la licitación
- Precalificación
- Licitación y evaluación de la licitación

4) Fase de Supervisión de la Ejecución

Luego de la firma del contrato y el orden de comienzo de construcción de las obras entre la empresa constructora adjudicataria de la licitación y AMDC, el consultor procederá al trabajo de supervisión de su ejecución. En dicho trabajo de supervisión, informará directamente del estado de avance a AMDC, la Embajada de Japón y la Oficina de JICA en Honduras y enviará por correo a otras instituciones afines un informe mensual según la necesidad. Ante la empresa constructora le ejecutará no sólo el trabajo administrativo relacionado con el avance, la calidad, la seguridad y el pago de construcción, sino también el trabajo de supervisión como mejoras, propuestas, etc. vinculadas a la construcción.

Además, un año después de la terminación de la construcción, realizará una inspección de defectos, y con esta inspección llevará a cabo la prestación de servicios de consultoría.

(3) Plan de Recursos Humanos Necesarios

Los recursos humanos y sus funciones que se necesitarán en las fases de diseño detallado, licitación de la construcción y supervisión de la ejecución serán como sigue:

1) Fase de Diseño Detallado

- Director del trabajo: supervisor del aspecto técnico de diseño detallado y de la coordinación del trabajo total y responsable de atención al cliente.
- Ingeniero de las obras preventivas de deslizamientos: ejecutará el estudio de campo relacionado con las perforaciones de captación y de drenaje y los pozos de infiltración, el cálculo estructural, la elaboración de planos de diseño y cálculo de cantidades.
- Ingeniero de movimientos de tierra: hará el análisis minucioso de movimientos de tierra, terraplenes, canales, etc., el diseño de drenaje, la elaboración de planos de diseño y el cálculo de cantidades.
- Ingeniero de monitoreo: realizará la planificación y diseño de las obras existentes y nuevas de monitoreo, el diseño de las obras, la elaboración de planos de diseño y el cálculo de cantidades.
- Ingeniero de estimación (plan de ejecución y estimación de monto): elaborará el plan de ejecución y hará el trabajo de estimación de monto, utilizando las cantidades diseñadas y los precios unitarios de la construcción basados en el resultado del diseño detallado.
- Ingeniero civil: elaborará los documentos de licitación (contrato, especificaciones técnicas, planos, etc.)

2) Fase de Licitación de la Construcción de las Obras

- Asistirán a AMDC en la optimización de los documentos de precalificación y de licitación, la ejecución de precalificación y la evaluación de la licitación.
- Director del trabajo: dirigirá los servicios de consultoría arriba mencionados en todos los procesos del trabajo de licitación.
- Ingeniero civil: ayudará en la aprobación de los documentos de licitación y en la evaluación de licitación.

3) Fase de Supervisión de la Construcción de las Obras

- Director del trabajo: dirigirá todos los servicios de consultoría en la supervisión de la construcción de las obras.
- Ingeniero residente: hará el control total de la supervisión de la construcción de las obras en el campo e informará y coordinará sobre el avance de construcción a las instituciones hondureñas afines.
- Ingeniero de las obras preventivas: juzgará los efectos de perforaciones de captación y de drenaje, y de pozos de infiltración e indicará la corrección, etc. Además, hará una distinción geológica para el cálculo preciso de perforaciones, etc. en estratos geológicos duros y blandos.
- Ingeniero de monitoreo: observará y evaluará las perforaciones, la colocación de medidores y el estado de deformación, y vigilará el riesgo de deslizamiento durante la construcción. Además, elaborará los criterios de alerta y evacuación de deslizamientos (manual) para el organismo administrador hondureño en la fase de mantenimiento y transferirá la tecnología.
- Instructor de prevención de desastres a las comunidades: instruirá en el establecimiento de un sistema de alerta y evacuación de deslizamientos al organismo administrador hondureño en la fase de mantenimiento.

2-2-4-5 Plan de Control de la Calidad

En Honduras no se tiene la experiencia sobre las obras preventivas de deslizamientos y no están definidas las normas de diseño ni de control de calidad relacionadas con estas obras. Por lo tanto, el control de calidad del presente Proyecto está sujeto a las normas aplicables de Japón y se llevará a cabo de acuerdo con el siguiente plan.

Tabla 2-20 Lista de Ítems del Control de Calidad (borrador)

ítem		Método de Prueba	Frecuencia de Prueba	
Pozo de infiltración	Material	Túnel Liner	Certificado de calidad (estándares y dimensión)	Por lote
		Anillo de refuerzo	Certificado de calidad (estándares y dimensión)	
		Refuerzo vertical	Certificado de calidad (estándares y dimensión)	
		Escalera	Certificado de calidad (estándares y dimensión)	
		Tapa	Certificado de calidad (estándares y dimensión)	
	Construcción	Concreto simple	Cemento	Por día de moldeado
			Dosificación	
Depresión				
Perforación de captación de agua	Material	Tubo de revestimiento (tipo ondulado ϕ 60)	Certificado de calidad (estándares y dimensión)	Por lote
Perforación de drenaje	Material	Tubo de revestimiento (SGP80A)	Estándares y dimensión	Por lote
Camino para construcción	Material	Gravas	Estándares y dimensión	Por material
Canal terrestre	Material	Elementos prefabricados de canales	Estándares y dimensión	Por lote
Movimiento de tierra	Construcción	Terraplén	Nivel de compactación	

2-2-4-6 Plan de Suministro de los Equipos y Materiales

(1) Suministro de Mano de Obra

En la República de Honduras existen empresas constructoras, ingenieros y obreros que tienen mucha experiencia acumulada en las construcciones de puentes realizadas bajo la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón. Para las obras generales como terraplenes, movimientos de tierra, canales, protección de orilla, etc., visto que sobre la capacidad de aquellos arriba mencionados no se observa problema alguno, se tomará el lineamiento de aprovechar la mano de obra local. Sin embargo, para la construcción de pozos de infiltración, cuyo lineamiento será el siguiente: debido a que aquellos no tienen experiencia en dicha construcción, sobre todo, en perforaciones profundas, empotramientos de túneles Liner y perforaciones horizontales que requieren técnicas de alto nivel y consideraciones de seguridad, es indispensable el envío de ingenieros y operadores desde Japón. Sobre la base de esto se instruirá a empresas locales.

(2) Adquisición de Materiales de Construcción

Los materiales generales como cemento, arenas, gravas, etc. están disponibles en Honduras, por ende, no hay ningún problema en su adquisición. De los proyectos de puente, se puede asegurar que las varillas se pueden adquirir en terceros países. Los materiales (túneles Liner, anillos de refuerzo, tubos de revestimiento, etc.) relacionados con los pozos de infiltración, debido a que el suministro de los mismos desde terceros países será un pedido especial y no se puede confirmar sus especificaciones, calidad y tiempo de entrega, serán adquiridos desde Japón.

Tabla 2-21 Países en los que se pueden adquirir los principales materiales de construcción

Ítem	País de Adquisición			Razón por la que se adquirirán en Japón
	Honduras	Japón	Terceros países	
Materiales relacionados con los pozos de infiltración (túneles Liner, anillos de refuerzo, tubos de revestimiento, etc.)		○		No se distribuyen en el país receptor. Es posible adquirirlos desde terceros países, sin embargo, debido a que es difícil asegurar las especificaciones, hay gran posibilidad de que no satisfagan las especificaciones del presente Proyecto.
Máquinas elevadoras		○		Las máquinas elevadoras son instalaciones muy importantes para el mantenimiento de los pozos de infiltración. Sin embargo, si se adquieren en Honduras o terceros países, serían productos de pedido especial, los cuales pueden ser no satisfactorios para las especificaciones del presente Proyecto por haber variaciones en especificaciones y calidad o defectos en acabados.
Tapas de los pozos		○		Son posibles de adquirir en terceros países, pero no se puede asegurar su calidad por no tener resultados reales. Por lo tanto, se decidió adquirirlas en Japón.
Tubos de drenaje		○		Se distribuyen en el país receptor, sin embargo, debido a que el procesamiento de uniones es especial, no se puede asegurar la precisión requerida. Esto podría influir negativamente en su instalación. Por ello, se decidió adquirirlos en Japón.
Herramientas de máquinas perforadoras		○		Debido a que las máquinas perforadoras son adquiridas en Japón, sus herramientas deben ser del mismo fabricante.
Elementos prefabricados de canales	○			
Agregados	○			
Material bituminoso de asfalto	○			
Cemento Pórtland (cemento mezclado)	○			
Aditivos de cemento	△	○		Es posible la adquisición de aditivos en el país receptor, pero son pocos los aditivos de alto funcionamiento, por lo que se seleccionarán los que sean adecuados para el presente Proyecto a través de diseñar previamente su dosificación.
Varillas	○		○	
Varillas (galvanización)		○		Debido a que no se confirmó la distribución en el país receptor, se decidió adquirirlas en Japón.
Madera para encofrados	○			
Gasoil	○			
Gasolina	○			

(3) Suministro de Equipos de Construcción

En cuanto a los equipos generales de los movimientos de tierra como buldózeres, camiones volquetes, compresores, etc., existen las empresas alquiladoras y es posible suministrarlos en Honduras. Sin embargo, retroexcavadoras pequeñas que se utilizan mucho en los lugares inclinados, grúas, cucharones de almeja, perforadoras horizontales, bombas de lechada, etc. que se usan para la perforación de pozos de infiltración no hay en Honduras. Por lo tanto, estos equipos serán suministrados desde terceros países o desde Japón. En la tabla 2-22 se indicarán los países en los que se pueden suministrar los

principales equipos de construcción y las razones por las que se suministrarán en Japón (o terceros países)

Tabla 2-22 Suministro de los Principales Equipos de Construcción

Equipo	País de suministro			Razón por la que se suministrarán en Japón
	Honduras	Japón	Terceros Países	
Bulldózer	○			
Camión volquete	○			
Retroexcavadora (0.35m3, 0.40 m3 y 0.60 m3)	○			
Retroexcavadora pequeña (sobre orugas, tipo eléctrico, 0.022 m3)		○		Este tipo de retroexcavadora no se comercializa en Honduras y es difícil alquilarla por ser poca su demanda. Es una máquina excavadora especial que se necesita para la excavación de los pozos de infiltración.
Cucharón de almeja (accesorio)		○		Tipo especial para la retroexcavadora pequeña arriba mencionada.
Retroexcavadora (sobre orugas giratorias pequeñas traseras)		○		Este tipo de retroexcavadora no se comercializa en Honduras y es difícil alquilarla por ser poca su demanda. Es una excavadora especial que se necesita para la excavación de los pozos de infiltración.
Vehículo de transporte para terrenos desnivelados (tipo volcado hidráulico)		○		Este tipo de vehículo de transporte no se comercializa en Honduras y es difícil alquilarlo por ser poca su demanda. Es una máquina de transporte especial que se usa en los lugares donde no hay caminos para la construcción.
Máquina perforadora (tipo percusión rotativa)		○		El equipo que ejecuta perforaciones horizontales de hasta 85 m dentro de pozos de infiltración no se comercializa en Honduras y es difícil alquilarlo por ser poca su demanda. Es una máquina perforadora especial.
Bomba de lechado (tipo horizontal con 2 pistones de doble efecto, 200L)		○		Este tipo de bomba de lechado no se comercializa en Honduras y es difícil alquilarla por ser poca su demanda.
Cucharón de almeja hidráulico tipo telescópico		○		Este tipo de cucharón de almeja no se comercializa en Honduras y es difícil alquilarla por ser poca su demanda. Es una máquina excavadora especial que se necesita para la excavación de los pozos de infiltración.
Grúa sobre orugas (con aguilón telescópico hidráulico)		○		Este tipo de grúa sobre orugas no se comercializa en Honduras y es difícil alquilarla por ser poca su demanda. Es una máquina excavadora especial que se necesita para la excavación de los pozos de infiltración.
Grúa sobre camión (con aguilón telescópico hidráulico)	△	○		Este tipo de grúa sobre camión no se comercializa en Honduras y es difícil alquilarla por ser poca su demanda. Es una máquina excavadora especial que se necesita para la instalación de la tapa de los pozos de infiltración.
Rompedor grande	○			
Rodillo vibratorio	○			
Aplanadora	○			
Motoniveladora	○			
Distribuidor de asfalto	○			
Hormigonera	○			
Marcador de líneas	○			
Acabadora de asfalto	○			

Dentro de los materiales y equipos que se utilizarán en la construcción de obras preventivas del presente Proyecto, los que serán adquiridos en Japón básicamente llegarán al puerto de Acafutla de El Salvador desde el punto de vista de los resultados reales hasta ahora. En cuanto a los equipos pesados que no podrán ser transportados por los buques portacontenedores, se utilizará el puerto de San Lorenzo de Honduras. Aparte, el costo de transporte de los adquiridos en Japón será incluido en el costo de construcción.

2-2-4-7 Plan de Componente Lógico

Antecedentes por las que se plantea el Componente Lógico

En el Proyecto objeto de la Cooperación se planea la construcción de obras preventivas de los deslizamientos de tierra en El Berrinche y en El Reparto situados en el área metropolitana de Tegucigalpa. Sin embargo, estas obras preventivas no son de las que contengan el desplazamiento de bloques del deslizamiento como pilotes, anclajes, etc., sino son de control enfocado a la bajada del nivel de aguas subterráneas. Por consecuencia, se requiere una continúa vigilancia del nivel de aguas subterráneas, la cantidad desplazada de los bloques de deslizamiento, etc. aún una vez construidas estas obras preventivas. Además, para que éstas estén funcionando siempre como obra de control, es necesario aplicar continuamente un adecuado mantenimiento a las mismas bajo una buena comprensión del principio de su mecanismo funcional. Aún más, se requiere que los funcionarios estatales y municipales vinculados a la prevención de desastres y los habitantes locales deban comprender correctamente que todavía hay riesgo de generación de deslizamientos después de ser construidas las obras preventivas a causa de lo cual sea establecido en las comunidades tanto el sistema de alerta temprana como el régimen de alerta y evacuación, previniéndose contra la aparición de evidencias de desplazamiento de bloques de deslizamiento.

No obstante, en Honduras son muy escasas las experiencias y los resultados reales sobre los proyectos de prevención de desastres, lo cual ha provocado a Honduras una falta de capacidad para realizar las actividades arriba mencionadas. Por lo tanto, para que esté dispuesto al momento de transferir el mantenimiento de obras preventivas de deslizamiento de tierra a la parte hondureña, es necesario aplicar a las instituciones hondureñas afines el apoyo técnico ante los siguientes ítems, y asimismo, con el fin de asegurar una mínima continuidad de los efectos de la Cooperación, se requiere y es adecuado que sean celebrados por el componente lógico los cursos, prácticas, talleres, etc. necesarios para la realización de las instrucciones técnicas correspondientes.

- Mecanismo de generación de deslizamientos y sus causas predisponentes y provocativas
- Evaluación de estabilidad de deslizamientos y metodología de monitoreo
- Principio, método de diseño y trabajo de mantenimiento de obras preventivas de deslizamientos
- Establecimiento de sistema de alerta temprana y el régimen comunitario de prevención de desastres para la mitigación de daños causados por deslizamientos

Debido a que en el presente componente lógico contempla las actividades que deben ser realizadas separadamente en la fase inicial de construcción de obras preventivas, durante la construcción o una vez construida una parte de las obras preventivas, se requiere que se ejecute, dividiendo en 3 plazos.

Los detalles del Componente Lógico se refieren al Anexo-7.

2-2-4-8 Programa de Ejecución

De acuerdo con el sistema de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón, el programa de ejecución del Proyecto objeto de la Cooperación será como se describe en la tabla 2-24. El período de construcción necesario para la ejecución del Proyecto objeto de la Cooperación se estima que serán 5 meses para el diseño detallado y 23 meses para el período de construcción.

Tabla 2-23 Cronograma de Ejecución del Proyecto

meses		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Diseño Detallado	Inspección del sitio	■																															
	Diseño Detallado	■	■	■	■	■																											
	Licitación						■	■	■	■																							
Construcción	Obra preparatoria									■	■																						
	Camino Provisional											■	■	■	■	■																	
	Pozo de infiltración													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Canales												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Remoción																																

2-3 Resumen de las Responsabilidades del País Receptor

2-3-1 Asuntos Generales en los Proyectos de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón

- Ofrecer los datos y las informaciones necesarias para la ejecución de planificación del Proyecto
- Asegurar los terrenos necesarios para la ejecución de planificación del Proyecto (terrenos para la construcción de obras, caminos y trabajos, campamento, banco para almacenamiento de equipos y materiales)
- Abrir una cuenta a nombre del Gobierno de Honduras en un banco en Japón y emitir la autorización de pago
- Ejecutar con seguridad la rápida descarga en el sitio designado en Honduras, la toma de medidas para la exoneración y la exención de impuestos arancelarios
- Exonerar de los impuestos arancelarios, gravámenes internos y otras cargas fiscales que se impongan en Honduras los productos y los servicios suministrados bajo el contrato verificado
- Permitir a las personas relacionadas con el Proyecto para la prestación de los servicios o la ejecución del trabajo estipulado en el contrato aprobado, su entrada y permanencia en Honduras
- Según la necesidad, otorgar permisos y otras facultades vinculadas a la ejecución del Proyecto
- Mantener, administrar y conservar correcta y eficientemente las obras a construirse bajo el presente Proyecto
- Encargarse de todos los costos dentro del alcance de los trabajos del Proyecto, excepto los que estén a cargo de la Cooperación Financiera No reembolsable de Japón

2-3-2 Asuntos Particulares del Presente Proyecto

- Prohibición de vertido ilegal en las áreas de construcción de las obras (siempre)
- Prevención de invasión de viviendas ilegales en el área de construcción de obras preventivas (siempre)
- Reubicación de postes y cables eléctricos que serán obstáculos para la construcción (Antes del comienzo de la construcción)
- Mejoramiento de colectores de aguas residuales que serán obstáculos para la construcción (Antes del comienzo de la construcción)
- Ofrecimiento de banco provisional (Antes del comienzo de la construcción)
- Suministro de vertedero de tierras y disposición final de materiales residuales (Antes del comienzo de la construcción)
- Colocación de policías municipales y de tráfico durante el período de construcción (Durante el período de construcción)
- Instalación de gaviones en el lugar socavado en el margen izquierdo del Río Choluteca
- Ejecución de Monitoreo Periodico (Anexo 4, Minuta de Discusiones (9 de Diciembre de 2008))

2-4 Plan de Administración y Mantenimiento del Proyecto

La administración y mantenimiento de las obras preventivas de deslizamientos en el presente Proyecto será a cargo del Gobierno de Honduras (AMDC). Para el mantenimiento de las obras preventivas de deslizamientos, es necesario contar con las siguientes inspecciones y reparaciones según la necesidad.

Frecuencia de inspección: se ejecutará una inspección una vez al año (inspección periódica) y después de lluvias torrenciales, etc. (inspección en la situación anormal).

Tabla 2-24 Plan de Mantenimiento de las Obras Preventivas de Deslizamientos

Obra	Inspección	Reparación
(1) Pozo de infiltración (Se necesitan la ventilación y medidas contra falta de oxígeno)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Corrosión y bloqueo de tubos de captación y de drenaje, estado de captación de agua ▪ Estado de rotura, deformación y corrosión de instalaciones accesorias ▪ Deformación (grieta, hundimiento, etc.) en los alrededores de los pozos de infiltración ▪ Estado de rotura, deformación y corrosión del cuerpo principal de las obras y existencia de encharcamiento 	Lavado de tubos de captación de agua por agua a alta presión (desenlodado) Desagüe por bomba Relleno de cantos rodados para la rotura del cuerpo principal
(2) Perforación horizontal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estado de rotura y deformación de obra protectora de boca de perforaciones ▪ Estado de corrosión y bloqueo de la boca de tubos de captación 	Aseguramiento de conexión con canales Desenlodado
(3) Canales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bloqueo por sedimentación de arenas y tierras ▪ Daños como abertura, fractura, etc. de juntas ▪ Rotura y deformación de tanque de captación 	Eliminación de tierras y arenas sedimentadas Reparación de juntas y tapas
(4) Taludes de movimientos de tierra y de terraplenes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existencia de manantiales en taludes ▪ Existencia de derrumbes en taludes 	Prevención de socavación y ampliación de derrumbe por gaviones zapatas, etc.
(5) Protección de orilla	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existencia de deformación en la protección de orilla y en declives 	Reforzamiento

2-5 Monto Estimado del Proyecto

2-5-1 Costos a Cargo de la Parte Hondureña

Tabla 2-25 Costos a Cargo de la Parte Hondureña

División de Costos	Importe a cargo
(1) Reubicación de postes y cables eléctricos	160,000
(2) Mejoramiento de lugares donde entren aguas residuales	200,000
(3) Ofrecimiento de bancos provisionales	0
(4) Tratamiento de Residuos	90,000
(5) Colocación de policía municipal y de tráfico durante la construcción	130,000
(6) Instalación de gaviones en el lugar socavado en el margen izquierdo del Río Choluteca	350,000
Total	930,000

2-5-2 Costos de Administración y Mantenimiento

En el mantenimiento de las obras preventivas de deslizamientos de tierra, es necesario contar tanto con el control periódico como con la reparación cuando se encuentren defectos en dichas obras. El control periódico significa la revisión visual de cada una de las obras que se debe realizar una vez al año (antes de la época de lluvias) y después de lluvias torrenciales y la limpieza de los canales terrestres. Además, se requiere atender a problemas generados como atascos de tubos de captación de aguas y de drenaje. El costo requerido para estos se estima que será de 80,000-350,000 lempiras. La inversión en las obras preventivas contra deslizamientos de tierra no ha sido experimentada hasta el momento actual, por lo tanto se debe establecer nuevamente un renglón para presupuesto de mantenimiento de obras preventivas contra deslizamientos de tierra. Sin embargo, este costo ocupa tan solo 0.02-0.08 % de 420 millones de lempiras, importe real de inversión pública que desembolsó AMDC en 2009 y no es una cantidad de gran carga, por ello, se juzga que esto permite la ejecución del mantenimiento periódico sin problema.

Tabla 2-26 Principales Items de Mantenimiento y Sus Costos

Clasificación	Frecuencia	Parte de revisión	Contenido de trabajo	Costo estimado		Descripción
				lempira	1,000,000 YJ (equivalencia)	
Control periódico	2 veces al año (antes y después de la época de lluvias)	Pozos de infiltración Tubos de perforaciones de captación y de drenaje Tubos de perforaciones horizontales Taludes de movimientos de tierra y de terraplenes Protección de orilla	Revisión visual	16,000	0.08	2 lugares
	2 veces al año (antes y después de la época de lluvias)	Canales terrestres	Limpieza, eliminación de malezas y arenas sedimentadas	60,000	0.29	2 lugares
Reparación	Cuando haya defectos	Tubos de perforaciones de captación y de drenaje	Lavado de atascos	230,000	1.12	Por vez
		Taludes de movimientos de tierra y de terraplenes	Prevención de ampliación de derrumbes	15,000	0.07	10 % del costo de construcción
		Protección de orilla	Refuerzo	35,000	0.17	10 % del costo de construcción
Total de costo de mantenimiento que se necesitará cada año				356,000	1.73	

2-6 Otras Recomendaciones

Sobre la Ampliación de la Parte Estrecha del Cauce del Río Choluteca

El Equipo de Estudio de JICA, como se confirmó y se acordó en la Minuta de Discusiones con fecha del 16 de abril de 2008, ha tomado un lineamiento por el que no se hará ninguna excavación en la orilla izquierda del río Choluteca donde se encuentra la influencia del deslizamiento de tierra. Considerando este lineamiento, es conveniente que al planear la ampliación de cauce de dicho río, se estudie y se ejecute una ampliación por la excavación de su orilla derecha.

Capítulo 3
Evaluación del Proyecto

Capítulo 3 Evaluación del Proyecto

3-1 Precondiciones del Proyecto

3-1-1 Precondiciones de la Ejecución del Proyecto

Como precondiciones de la ejecución del proyecto, existen 2 aspectos: condiciones ambientales naturales y condiciones socio-económicas.

En primer lugar, como condiciones ambientales naturales son tales como se han descrito en el punto 2-2-1-2. Como precondición, que no ocurran fenómenos geológicos o meteorológicos fuera de suposición (activación de deslizamientos de tierra, etc.) ya que los sitios objeto del proyecto están situados en zonas de alto riesgo de deslizamientos de tierra. Si se producen actividades de deslizamientos de tierra antes de que se termine la construcción de las obras preventivas, se imposibilitará el cumplimiento de la construcción de dichas obras.

En segundo lugar, como condiciones socio-económicas, son las mismas que se describen en el punto 2-2-1-3 y se requiere que deben ser terminados los procedimientos tanto de la obtención de terrenos necesarios como de permiso de construcción. En el momento actual, sobre la obtención de terrenos necesarios y la reubicación de viviendas asentadas ilegalmente se ha llegado a un debido acuerdo. El permiso ambiental ya está obtenido y los trámites de permiso de construcción serán realizados por AMDC, institución ejecutora, por lo que se puede decir que los problemas contra la ejecución están solucionados. En cuanto a las responsabilidades de la parte hondureña, en la ejecución de las mismas no se observa problema alguno tal como se ha descrito en el punto 2-5-1.

Si se ordena lo arriba mencionado en una tabla será como sigue:

Tabla 3-1 Precondiciones de la Ejecución del Proyecto

Precondición	Situación Actual	Perspectiva
No activan deslizamientos de tierra.	En el momento actual están detenidos.	Depende de cambios climáticos futuros.
Se lleva a cavo la obtención de terrenos necesarios.	Conclusión del contrato de compra-venta con los propietarios no residentes.	Ya está solucionado.
Se terminará la reubicación de viviendas asentadas ilegalmente. No se genera nueva invasión ilegal.	Se ha llegado a un acuerdo sobre la reubicación de viviendas asentadas ilegalmente de El Reparto.	La actual invasión ilegal, está solucionada ya. Sin embargo, se necesita la vigilancia por AMDC para no tener una nueva invasión ilegal.
Ya se obtuvo el permiso ambiental.	Se obtuvo en junio de 2009.	Ya está obtenido.
Ya se ha obtenido el permiso de construcción.	Permiso de construcción no se ha solicitado.	Se obtendrá con seguridad. AMDC emitirá el permiso de construcción.
Serán cumplidas las responsabilidades de la parte hondureña.	---	Desde el punto de vista de presupuesto y organización, se permite cumplirlas.

3-1-2 Precondiciones y Condición Exterior para el Logro del Plan General del Proyecto

Respecto al posicionamiento del presente proyecto y del proyecto objeto de la cooperación es tal como se dibuja en la *figura 1-1* y se compone de las responsabilidades del proyecto objeto de la cooperación y del Gobierno de Honduras. Es decir, la construcción de obras preventivas de deslizamientos de tierra, la preparación de instalaciones de monitoreo y el apoyo a medidas lógicas (*soft component*) serán realizados por el proyecto objeto de la cooperación, sin embargo, para el logro del plan general del presente proyecto, se requiere como requisito que se continúe adecuadamente la administración de obras preventivas que consiste en la ejecución del mantenimiento de estas obras y de actividades de monitoreo de deslizamientos de tierra y en el establecimiento del régimen de alerta y evacuación.

Como condición exterior, que no es siempre precondición para la ejecución del presente proyecto, pero si se logra la cooperación descrita en la parte inferior, será más eficiente para la concienciación de la prevención de deslizamientos de tierra. “El Proyecto de Mejoramiento de Capacidad de Prevención de Desastres en el Área Amplia de Centro América (BOSAI)” que JICA ejecuta actualmente, se desarrolla con el fin de mejorar la capacidad de fomento de la prevención contra desastres comunitarios tanto de Centro de Prevención Centroamericano como de las organizaciones concernientes a la prevención de desastres de cada país participante por medio del apoyo a las actividades preventivas contra desastres de comunidades seleccionadas de 6 países centroamericanos, incluyendo Honduras. El Comité de Emergencia Municipal de Distrito Central (CODEM-DC), órgano municipal de la municipalidad de Tegucigalpa que se encargará del establecimiento de régimen de alerta y evacuación en el presente proyecto es también el órgano ejecutor del Proyecto BOSAI. Este CODEM-DC tiene relación estrecha con el presente proyecto desde el punto de vista de la prevención comunitaria de desastres, por lo tanto se puede esperar un gran efecto de mejora de capacidad de prevención de desastres si se coopera mutuamente.

Tabla 3-2 Precondiciones y Condición Exterior para el Logro del Plan General del Proyecto

Precondición	Situación Actual	Perspectiva
Ejecución continúa de mantenimiento de obras preventivas	No se han construidas las obras de prevención.	Desde el punto de vista de presupuesto y organización, se permite cumplirlas.
Ejecución continúa de actividades de monitoreo de deslizamientos de tierra	En continuación	Desde el punto de vista de presupuesto y organización, se permite cumplirlas.
Establecimiento de régimen de alerta y evacuación	En preparación	Desde el punto de vista de presupuesto y organización, se permite cumplirlas.
Condición Exterior	Situación Actual	Perspectiva
Cooperación con el Proyecto de Mejoramiento de Capacidad de Prevención de Desastres en el Área Amplia Centroamericana (BOSAI)	En continuación	La municipalidad de Tegucigalpa es una de las municipalidades centroamericanas objeto del Proyecto BOSAI y la alcaldía de la misma es la institución ejecutora del presente proyecto, por lo tanto se puede esperar la cooperación sobre las técnicas de prevención de desastres.

3-2 Verificación de Validez del Proyecto

3-2-1 Validez

La municipalidad de Tegucigalpa es una ciudad desarrollada en una cuenca con muchas tierras empinadas y tiene una alta vulnerabilidad contra desastres naturales. El presente proyecto tiene como objetivo principal mitigar el riesgo de deslizamientos de tierra en el área metropolitana. Los sitios objeto del presente proyecto son designados como zonas prioritarias para la aplicación de medidas necesarias en el estudio para el desarrollo denominado “Estudio sobre el Control de Inundaciones y la Prevención de Deslizamientos de Tierra en el Área Metropolitana de Tegucigalpa de la República de Honduras” realizado por JICA en 2002 y que muestra alta urgencia por el temor de daños de inundación extensa producida por el bloqueo del río Choluteca en caso de El Berrinche y de influencias negativas en la zona residencial con alta densidad de viviendas en caso de El Reparto.

Tanto en las tierras bajas planas situadas a lo largo del río como en las tierras inclinadas producidas por deslizamientos de tierra se asientan los habitantes de clase pobre. La inestabilidad de las zonas con alta productividad causada por el descuido de riesgo de deslizamientos de tierra puede que produzca no sólo una pérdida de vidas y bienes, sino también una gran influencia negativa en las actividades socio-económicas. La ejecución del presente proyecto construye modelo para la toma de medidas de otras zonas similares que corren el riesgo de deslizamientos de tierra, y al mismo tiempo, tiene importancia y urgencia en la economía del pueblo hondureño. Además, contribuirá a la reducción de pobreza.

En cuanto a las técnicas de prevención de deslizamientos de tierra, ni Honduras ni otros países centroamericanos han desarrollado sus técnicas propias, por ello, no se ha podido tomar medidas validas. Honduras, para enfrentarse a la vulnerabilidad de su territorio nacional manifestada por la influencia del cambio climático de los últimos años, en 2010 elaboró “la Estrategia Nacional de Cambio Climático”, en la cual las medidas contra desastres naturales se posicionan como uno de los sectores de mayor importancia. Para ejecutar medidas eficaces contra deslizamientos de tierra, es sumamente valida la introducción de técnicas y experiencias de Japón, país bien desarrollado sobre las medidas contra deslizamientos de tierra. Además, referente al mantenimiento de obras preventivas construidas por el presente proyecto, está planificado utilizar las técnicas que dispone el Gobierno de Honduras y la ejecución del proyecto no producirá ninguna influencia negativa ambiental. El sistema hondureño relacionado con la administración y mantenimiento del presente proyecto cuenta con suficiente recursos humanos y financieros.

Como lo arriba mencionado, conforme a la importancia, la cobertura amplia de beneficio y la urgencia se confirmó la validez de la ejecución del proyecto bajo la cooperación financiera no reembolsable de Japón.

3-2-2 Eficacia

Los efectos producidos por la ejecución del presente proyecto serán:

(1) Efectos Cuantitativos

Nombre de Indicador	Valor de Referencia (valor real de 2010)	Valor Meta (2013)
Riesgo de desastre	Inestable (Factor de seguridad: 1.00)	Estabilización (Factor de seguridad: 1.10-1.15)
Régimen de alerta y evacuación	No hay criterios de juicio	Criterios de juicio preparados

A través de las medidas estructurales y no estructurales, se mitigará el riesgo de deslizamientos de tierra en El Berrinche y en El Reparto. Por medio de las medidas estructurales el factor de seguridad¹ de El Berrinche subirá del 1.00 (actual) al 1.10, y el de El Reparto, al 1.15.

Con esto, se mitigará la producción de desastres secundarios como inundación de zona amplia causada por el bloqueo del río Choluteca cuando ocurran deslizamientos de tierra. En El Reparto se reducirá el riesgo de desastre en las viviendas periféricas cuando ocurran deslizamientos de tierra.

(2) Efectos Cualitativos

- 1) A través de la observación del comportamiento de deslizamientos de tierra por la ejecución del monitoreo, se contribuirá al fomento de comprensión sobre los fenómenos de deslizamientos de tierra y a la acumulación de conocimientos y experiencias sobre la observación.
- 2) Por la ejecución del mantenimiento de obras preventivas construidas por el presente proyecto, se contribuirá al fomento de comprensión sobre el comportamiento de aguas subterráneas (cambio de cantidad de desagüe, etc.) y los fenómenos de deslizamientos de tierra y a la acumulación de conocimientos y experiencias sobre el mantenimiento.
- 3) Se contribuirá al establecimiento de criterios de juicio para la alerta y evacuación contra deslizamientos de tierra.
- 4) Se desarrollará la concienciación sobre los fenómenos de deslizamientos de tierra y la prevención de desastres de los funcionarios de gobiernos central y locales, alumnos y docentes de establecimientos educativos y habitantes locales vinculados.
- 5) Se espera que el presente proyecto desempeñe la función de ser modelo contra la mitigación de riesgo de deslizamientos de tierra para otras zonas similares del área metropolitana.

3-2-3 Conclusión

De acuerdo con lo arriba mencionado, se juzga que la validez del presente proyecto es alta y se puede esperar su eficacia. Se considera que la realización del presente proyecto contribuirá mucho al desarrollo de relaciones amigables entre Honduras y Japón.

¹ El factor de seguridad expresa la proporción entre la fuerza de desplazamiento y la de resistencia. En las obras preventivas generales de deslizamientos de tierra, según el estado actual de desplazamiento se supone que el factor de seguridad actual es de 0.95-1.00 y se establece el factor de seguridad diseñado entre 1.10 y 1.20, considerando integralmente el mecanismo de generación y movimiento de deslizamientos de tierra, la importancia de objetos de protección, el grado de daños supuestos, etc.