

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA (SOPTRAVI)

SECRETARIA TECNICA DE COOPERACION INTERNACIONAL (SETCO)

COMISION PERMANENTE DE CONTINGENCIAS (COPECO)

**SERVICIO AUTONOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
(SANAA)**

SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE (SERNA)

ALCALDIA MUNICIPAL DEL DISTRITO CENTRAL (AMDC)

EL ESTUDIO

**SOBRE EL CONTROL DE INUNDACIONES Y PREVENCION
DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA
EN EL AREA METROPOLITANA DE TEGUCIGALPA
DE LA REPUBLICA DE HONDURAS**

INFORME FINAL

RESUMEN

MAYO DE 2002

**PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL
NIKKEN CONSULTANTS INC.**

Tasas de Cambio de Monedas Extranjeras Aplicadas en el Estudio

Moneda	Tasa de cambio/US\$
Lempiras hondureñas (Lps)	15.84
Yenes japoneses (¥)	122.44

(Tasa a noviembre 1, 2001)

PREFACIO

En respuesta a una solicitud del Gobierno de la República de Honduras, el Gobierno del Japón decidió realizar un Estudio sobre el Control de Inundaciones y Prevención de Deslizamientos de Tierra en el Área Metropolitana de Tegucigalpa de la República de Honduras y encomendó el estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).


JICA seleccionó y despachó un equipo de estudio dirigido por el Sr. Mitsuo Miura de Pacific Consultants International (PCI) compuesto de miembros del personal de PCI y NIKKEN Consultants, Inc. a la República de Honduras, en dos ocasiones entre enero y diciembre del año 2001. Adicionalmente, JICA organizó un comité asesor encabezado por el Sr. Katsushige Masukura, Centro de Información de Construcción de Japón, entre enero del año 2001 y mayo del año 2002. Dicho comité examinó el Estudio desde el punto de vista técnico y de especialistas.

El equipo mantuvo discusiones con los funcionarios encargados del Gobierno de la República de Honduras, y realizó inspecciones de campo en el área del Estudio. Tras el retorno del equipo al Japón, se realizaron más estudios y se preparó este informe final.

Espero que este informe contribuya a la promoción de este proyecto y al fomento de las relaciones amistosas entre nuestros dos países.

Finalmente deseo expresar mi más sincero aprecio a los funcionarios encargados del Gobierno de la República de Honduras por la estrecha colaboración ofrecida al equipo.

Mayo del 2002



Takao Kawakami

Presidente,

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

**ESTUDIO PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y PREVENCIÓN DE
DESLIZAMIENTOS DE TIERRA EN EL AREA METROPOLITANA DE
TEGUCIGALPA EN LA REPÚBLICA DE HONDURAS**

Mayo, 2002

Sr. Takao Kawakami
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

CARTA DE ENTREGA

De nuestra mayor consideración:

Tenemos el agrado de entregar el informe final bajo el título de "El Estudio para el Control de Inundaciones y Prevención de Deslizamientos de Tierra en el Area Metropolitana de Tegucigalpa en la República de Honduras". Este informe fue preparado por el Equipo de Estudio de acuerdo con los contratos firmados el 18 de enero del 2001, 25 de enero del 2002 y 1º de mayo del 2002 entre la Agencia de Cooperación Internacional del Japón y el Equipo de Estudio Conjunto de Pacific Consultants International y NIKKEN Consultants, Inc.

El informe examina las condiciones existentes relacionadas con las inundaciones y deslizamientos de tierra en el área metropolitana de Tegucigalpa, propone un plan maestro para la mitigación de desastres y ofrece los resultados del estudio de factibilidad de proyectos prioritarios identificados en el plan maestro.

El informe consiste en un Resumen, Informe Principal, Informe de Apoyo, Libro de Datos, Manual de instrucciones de GIS y Mapas. El Resumen describe brevemente los resultados de todos los estudios. El Informe Principal contiene las condiciones existentes, el plan maestro propuesto, los resultados del estudio de factibilidad y las conclusiones y recomendaciones. El Informe de Apoyo incluye los detalles técnicos del contenido del Plan Maestro. El Libro de Datos contiene los datos básicos utilizados en el Estudio. El Manual de instrucciones de GIS incluye explicaciones y manipula la base de datos creada en este Estudio. Los Mapas contienen los principales mapas.

Todos los miembros del Equipo de Estudio desean expresar su agradecimiento a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), Comité Asesor de JICA, Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Tierra, Infraestructura y Transporte, Embajada de Japón en la República de Honduras y otros donantes y también a los oficiales y personas hondureñas por la ayuda ofrecida al Equipo de Estudio. El Equipo de Estudio espera sinceramente que los resultados del estudio contribuyan a la promoción de la mitigación de desastres del área metropolitana de Tegucigalpa y que las relaciones de amistad en ambos países se estrechen más por esta ocasión propicia.

Saluda atentamente,



Mitsuo Miura
Líder del Equipo

SUMARIO EJECUTIVO

PLAN MAESTRO DE MITIGACION DE DAÑOS DE INUNDACIÓN/DESLIZAMIENTO

1. PROBLEMAS EXISTENTES Y OBJETIVOS DEL PLAN MAESTRO

El estudio reveló que el 30% del Área Objeto para la Prevención de Desastres está ocupado por áreas bajo amenaza de inundación y deslizamiento y el 15% de la población total vive en estas áreas peligrosas. El Objetivo del Plan Maestro es minimizar los daños y evitar cualquier pérdida de vida humana por la inundación y deslizamiento aun con un huracán de escala de Mitch. Con el fin de alcanzar esta meta, fue formulado un plan maestro compuesto de medidas no estructurales y medidas estructurales.

2. PROYECTOS DE PLAN MAESTRO

El Plan Maestro fue planeado para lograr los objetivos mediante los proyectos presentados en la Tabla 1.

Tabla 1 Proyectos de Plan Maestro

	Mitigación de Daños de Inundación	Mitigación de Daños de Deslizamiento	Común
Medidas Estructurales	Mejora del Río Choluteca (Objetivo: inundación de 15-años) Mejora de la Salida de la Laguna del Pescado	Berrinche Reparto Bambú	-
Medidas No Estructurales	Manejo de Cuenca Plan de Uso de Suelo/Regulación de Uso de Suelo Aplicación de Código Estructural Pronóstico/Alerta/Evacuación	Plan de Uso de Suelo/Regulación de Uso de Suelo Pronóstico/Alerta/Evacuación	Educación/Enseñanza/Capacitación (incluyendo preparación y publicación de mapa de amenaza) Sistema de Información de Administración de Desastres

3. PLANEAMIENTO DE INSTALACIONES DE MEDIDAS ESTRUCTURALES

El planeamiento de instalaciones mayores para los proyectos estructurales del plan maestro se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2 Sumario de Planeamiento de Instalaciones para Proyectos del Plan Maestro

Proyectos	Componentes	Descripciones
Mitigación de Daños de Inundación	Mejora del Río Choluteca	Excavación: L=7km, 750,000 m ³ Ampliación de Río: L=200 m (Incluyendo Relleno de Contrapeso, Perforación Horizontal, Pilotes de Concreto) Muro de Contención: L=9 km Dique: L=3 km Reconstrucción de Puente: 1 puente
	Mejora de la Salida de la Laguna del Pescado	Obra de Bordes de Pendiente, Gavión
Mitigación de Daños de Deslizamiento	Berrinche	Extracción de Tierra, Drenaje Superficial, Drenaje Sub-superficial, Pozo de Drenaje
	Reparto	Extracción de Tierra, Drenaje Superficial, Drenaje Sub-superficial, Pozo de Drenaje
	Bambú	Drenaje Superficial

4. COSTO DE PROYECTOS

El costo de Proyectos para el Plan Maestro Propuesto se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3 Costo de Proyectos del Plan Maestro Propuesto

Nombre de Proyecto	Costo de Proyecto (1,000 USD)
Mitigación de Daños de Inundación	52,437
Mitigación de Daños de Deslizamiento	8,308
Común	3,166
Total	63,911

5. PLAN FINANCIERO

El plan financiero fue elaborado teniendo en cuenta las condiciones de préstamo de BID y estableciendo el periodo de proyecto de entre 2002 y 2015. El monto máximo de desembolso serán USD 37.46 millones en 2006 y el pago máximo anual serán USD 2.91 millones en 2027.

6. PLAN DE ORGANIZACIÓN

Fue propuesto el plan de organización para la implementación de los proyectos del plan maestro.

- Coordinación General: Comit de Coordinación
- Medidas Estructurales de Control de Inundación: AMDC (SOPTRAVI)
- Medidas Estructurales de Prevención de Deslizamiento: AMDC (SERNA, SOPTRAVI)
- Manejo de Cuenca: AMDC (SANAA, SERNA, COHDEFOR)
- Plan de Uso de Suelo/Regulación de Uso de Suelo/Código Estructural: AMDC (COPECO, CODEM)
- Educación/Enseñanza/Capacitación: CODEM (COPECO)
- Preparación y Publicación de mapas de amenaza: CODEM(COPECO, SOPTRAVI, SERNA)
- Pronóstico/Alerta/Evacuación: COPECO, CODEM (SERNA, SMN)

7. SELECCIÓN DE PROYECTOS PRIORITARIOS

Mediante la comparación de los proyectos del Plan Maestro en término de urgencia, significado, cronograma, aspecto económico, fueron seleccionados como proyectos prioritarios, una parte de la mejora del río, todos los proyectos de prevención de deslizamiento, pronóstico/alerta/evacuación, educación/enseñanza/capacitación, y sistema de información de administración de desastres.

8. EVALUACIÓN DE PLAN MAESTRO Y RECOMENDACIÓN

El Plan Maestro propuesto fue considerado desde el punto de vista económica (EIRR=10.49%), financiera, administrativa, técnica, medioambiental y de aspecto social. El Estudio recomendó que las organizaciones hondureñas concernientes deben coordinarse estrechamente para implementar el plan maestro con el fin de crear una capital segura contra desastres naturales.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE PROYECTOS PRIORITARIOS

1. CONTENIDO DE PROYECTOS PRIORITARIOS

El contenido de los proyectos prioritarios para el área de estudio de factibilidad es el siguiente:

(1) MEJORA DEL RÍO CHOLUTECA

Excavación	:	750,000 m ³
Ampliación del Río	:	200 m
(Incluyendo relleno de contrapeso, perforación horizontal, pilotes de concreto)		
Muro de Contención	:	3 km
Dique	:	1 km

(2) MEJORA DE LA SALIDA DE LA LAGUNA DEL PESCADO

Obra de Bordes de Pendiente	:	9,000 m ³
Gavión	:	630 m ³

(3) PREVENCIÓN DE DESLIZAMIENTO DE BERRINCHE

Pozo de Drenaje	:	8 lugares
Perforación para colección de agua	:	4,000 m
Perforación de Drenaje	:	370 m
Canal de Drenaje	:	1,840 m
Extracción de Tierra	:	184,000 m ³

(4) PREVENCIÓN DE DESLIZAMIENTO DE REPARTO

Pozo de Drenaje	:	1 lugares
Perforación para colección de agua	:	500 m
Perforación de Drenaje	:	230 m
Canal de Drenaje	:	2,330 m
Extracción de Tierra	:	40,000 m ³

(5) PREVENCIÓN DE DESLIZAMIENTO DE BAMBÚ

Gavión	:	690 m ³
Canal de Drenaje	:	260 m

(6) PRONÓSTICO/ALERTA/EVACUACIÓN

Estación de Medición de Precipitación/ Nivel de Agua (para la Mitigación de Daños de Inundación)	:	3 lugares
Estación de Medición de Precipitación (para la Mitigación de Daños de Deslizamiento)	:	4 lugares

(7) EDUCACIÓN/ENSEÑANZA/CAPACITACIÓN

Programa de Educación/Enseñanza/Capacitación para los encargados de administración de desastres, los educadores y el público.

(8) SISTEMA DE INFORMACIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE DESASTRE

Base de datos de información de mapa de amenaza, información de pronóstico y alerta para inundación/deslizamiento, información de desastres emergentes, y sistema de cable de fibra óptica mediante lo cual las organizaciones responsables conectan a la base de datos.

2. COSTO DE PROYECTO Y PLAN FINANCIERO

El costo total de proyecto está se estima en USD 36 millones. El desglose aparece en la Tabla4.

Tabla 4 Costo de Proyecto

Item	Monto (mil USD)
Costo de Construcción Directo	25,020
Costo de Servicio de Ingeniería	3,615
Contingencia Física	6,332
Costo de Compensación	473
Costo Administrativo	1,251
Gran Total	36,691

De la tabla anterior, el costo de compensación y el costo administrativo no están cubiertos por préstamo extranjero o donación. Por tanto, el costo total de proyecto sujeto a préstamo o donación serán USD 35 millones. El remanente USD 1.7 millones debe ser preparado por el Gobierno hondureño.

3. EVALUACIÓN DE PROYECTO

El EIRR=13.44% y el costo total de proyecto son USD 37 millones, por lo que el proyecto es factible económica y financieramente.

Diez casas deben ser reubicadas para la implementación de la obra de prevención de deslizamiento de Reparto, puesto que estas casas están ubicadas en el área peligrosa. Por tanto, se considera que la recompensación para la reubicación de casas será posible porque la reubicación les dará un lugar seguro para vivir.

La Evaluación de Impacto Medioambiental fue realizada y fueron seleccionados factores afectados, y se consideró que todos los ítems pudieran ser atendidos con medidas de mitigación en la etapa de implementación.

INDICE

Prefacio	
Carta de Entrega	
Sumario Ejectivo	
Indice	
Lista de Tablas	
Lista de Figuras	
Abreviaturas	

	<u>Página</u>
CAPITULO 1 INTRODUCCION.....	1-1
1.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	1-1
1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	1-1
1.3 AREA DEL ESTUDIO.....	1-1
1.4 ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	1-2
1.5 PROGRAMA DEL ESTUDIO.....	1-5
1.6 CONTENIDOS DEL INFORME	1-5
1.7 PAGINA DE INTERNET DEL ESTUDIO.....	1-6
CAPITULO 2 CONDICIONES EXISTENTES	2-1
2.1 CONDICIONES NATURALES	2-1
2.1.1 Topografía y Geología del Area del Estudio	2-1
2.1.2 Topografía del Area objeto para Prevención de Desastres.....	2-1
2.1.3 Hidrología.....	2-1
2.1.4 Medio Ambiente Natural.....	2-1
2.2 CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS.....	2-2
2.2.1 Generalidades	2-2
2.2.2 Población de Area Metropolitana de Tegucigalpa.....	2-2
2.2.3 PIB y Otros Indicadores Económicos.....	2-2
2.2.4 Uso de suelo	2-3
2.2.5 Area Histórica.....	2-4
2.3 CONDICIÓN DEL RÍO	2-4
2.3.1 Cuenca.....	2-4
2.3.2 Características del Río.....	2-5
2.3.3 Capacidad del Río.....	2-5
2.3.4 Capacidad de Afluentes Pequeñas.....	2-5
2.3.5 Precipitaciones de Lluvias por el Huracán Mitch.....	2-5
2.3.6 Inundación por el Huracán Mitch.....	2-6
2.3.7 Simulación de Inundación del Huracán Mitch	2-6
2.3.8 Mapa de Amenaza de Inundación durante Huracán Mitch	2-6
2.3.9 Transporte de Sedimentos en los Ríos.....	2-7
2.4 DESLIZAMIENTO DE TIERRA	2-7

2.4.1	Problemas de Deslizamiento en el Area	2-7
2.4.2	Problemas de Derrumbamiento de talud en el Area.....	2-8
2.4.3	Mapa de Amenaza de Deslizamientos de Tierra y mada de Amenaza de Derrumbamiento de Talud	2-8
2.5	ORGANIZACIÓN.....	2-9
2.6	LEYES Y REGLAMENTOS RELEVANTES.....	2-9
2.7	DESASTRES POR HURACÁN MITCH.....	2-10
2.7.1	Daños por Huracán Mitch	2-10
2.7.2	Impacto Socioeconómico de Huracán Mitch.....	2-10
2.8	PROYECTOS POR OTROS DONANTES.....	2-11
2.9	DEFINICIÓN DE LOS PROBLEMAS.....	2-11
2.9.1	Problemas de Inundaciones	2-11
2.9.2	Problemas de Deslizamiento de Tierra.....	2-11
2.9.3	Daños por el Huracán Mitch.....	2-12
2.9.4	Aspectos Organizacionales/Institucionales de los Problemas	2-12
2.9.5	Proyectos Relacionados.....	2-12
CAPITULO 3 BASE DEL PLANEAMIENTO		3-1
3.1	CONCEPTO DEL PLAN.....	3-1
3.2	AÑO OBJETIVO.....	3-1
3.3	MARCO SOCIAL.....	3-1
3.4	ITEMS CONSIDERADOS EN EL PLAN MAESTRO.....	3-2
CAPITULO 4 PLAN MAESTRO.....		4-1
4.1	INTRODUCCIÓN.....	4-1
4.2	PLAN DE MITIGACIÓN DE DAÑOS POR INUNDACIONES	4-2
4.2.1	Estudio Alternativo para el Control de Inundación	4-2
4.2.2	Plan de Mejora del Río para el Río Choluteca	4-3
4.2.3	Plan de Control de Sedimentos.....	4-5
4.2.4	Plan de Mejora del Río para Afluentes.....	4-6
4.2.5	Pronóstico de Inundación/Alerta/Evacuación.....	4-6
4.2.6	Mapa de Amenaza	4-7
4.2.7	Regulación de Uso de suelo	4-7
4.2.8	Aplicación del Código de Estructuras	4-8
4.3	PLAN DE MITIGACIÓN DE DAÑOS POR DESLIZAMIENTO DE TIERRA	4-8
4.3.1	Generalidades	4-8
4.3.2	Selección de Bloques de Deslizamientos para Medidas Estructurales	4-9
4.3.3	Instalaciones para la Prevención de Deslizamiento de Tierra	4-9

4.3.4	Mapa de Amenaza de Deslizamientos de Tierra	4-11
4.3.5	Promoción del Reasentamiento	4-11
4.3.6	Reglamentación de Uso de la Tierra.....	4-11
4.3.7	Pronóstico/Advertencia/Evacuación.....	4-12
4.4	OTRAS MEDIDAS NO ESTRUCTURALES	4-13
4.4.1	Educación/Enseñanza de la Gente.....	4-13
4.4.2	Sistema de Información de Administración de Desastres	4-13
4.5	PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	4-14
4.5.1	Instalaciones del Río.....	4-14
4.5.2	Instalaciones para Prevención de Deslizamiento.....	4-14
4.5.3	Instalaciones de Observación	4-14
4.6	PLAN DE ORGANIZACIÓN	4-15
4.6.1	Plan de Organización para Prevención de Desastres.....	4-15
4.6.2	Plan de Organización para la Implementación del Plan Maestro	4-16
4.7	ESTIMACIÓN DE COSTO	4-17
4.7.1	Costos de Construcción	4-17
4.7.2	Costos de Operación y Mantenimiento	4-17
4.8	PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN	4-17
4.9	SELECCIÓN DE PROYECTOS PRIORITARIOS	4-17
4.9.1	Generalidad.....	4-17
4.9.2	Criterios de Selección para Proyecto(s) Prioritario(s).....	4-17
4.9.3	Medidas Estructurales de Mitigación de Daños por Inundación	4-18
4.9.4	Medidas Estructurales de Mitigación de Daños por Deslizamiento.....	4-19
4.9.5	Medidas No Estructurales.....	4-19
 CAPITULO 5 EVALUACION DEL PLAN MAESTRO		5-1
5.1	GENERALIDADES	5-1
5.2	ASPECTO ECONÓMICO	5-1
5.2.1	Beneficio Económico	5-1
5.2.2	Costos Económicos	5-2
5.2.3	Análisis de Costo-Beneficio	5-2
5.3	IMPACTO SOCIOECONÓMICO INTANGIBLE DEL PROYECTO	5-3
5.4	ASPECTO FINANCIERO	5-3
5.4.1	Recabar el Fondo del Proyecto.....	5-3
5.4.2	Pago de la Deuda Externa.....	5-3
5.5	ASPECTO ADMINISTRATIVO.....	5-4
5.6	ASPECTO TÉCNICO	5-4

5.7	ASPECTO AMBIENTAL	5-4
5.8	ASPECTO SOCIAL	5-5
5.9	EVALUACIÓN GENERAL	5-5

**CAPITULO 6 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE PROYECTOS
PRIORITARIOS 6-1**

6.1	GENERALIDADES	6-1
6.2	RECONOCIMIENTO TOPOGRÁFICO	6-1
6.3	INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA	6-1
6.3.1	Berrinche	6-2
6.3.2	Reparto	6-3
6.3.3	Bambú	6-3
6.3.4	Salida de la Laguna del Pescado.....	6-4
6.4	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	6-4
6.5	PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE DAÑOS POR INUNDACIÓN.....	6-4
6.5.1	Ampliación del Río en Berrinche	6-4
6.5.2	Excavación del Lecho del Río	6-5
6.5.3	Muro de Contención y Dique	6-5
6.5.4	Mejora de la Salida de la Laguna del Pescado	6-5
6.5.5	Pronóstico/Alerta.....	6-6
6.6	PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE DAÑOS DE DESLIZAMIENTO	6-6
6.6.1	Berrinche	6-6
6.6.2	Reparto	6-6
6.6.3	Bambú	6-6
6.6.4	Pronóstico/Alerta.....	6-7
6.7	OTROS PROYECTOS NO ESTRUCTURALES	6-7
6.7.1	Educación/Enseñanza/Entrenamiento	6-7
6.7.2	Sistema de Información de Administración de Desastres	6-7
6.8	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	6-8
6.9	ESTIMACIÓN DE COSTOS	6-8
6.10	PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN	6-8
6.11	EVALUACIÓN DE PROYECTOS.....	6-8

CAPITULO 7 CONCLUSION Y RECOMENDACIONES 7-1

7.1	CONCLUSION	7-1
7.2	RECOMENDACIONES.....	7-1

LISTA DE TABLAS

CAPITULO 1 INTRODUCCION

CAPITULO 2 CONDICIONES EXISTENTES

Tabla 2.1	Tabla de Estratigrafía en el Area Objeto	T-1
Tabla 2.2	PIB de Honduras	2-2
Tabla 2.3	Déficit Externo	2-3
Tabla 2.4	Actual Uso de Suelo en el Area de Estudio.....	2-3
Tabla 2.5	Actual Uso de Suelo en el Area Objeto.....	2-4
Tabla 2.6	Condición y Daños de Inundación durante el Huracán Mitch.....	2-6
Tabla 2.7	Grado de Peligro de Deslizamiento.....	T-2
Tabla 2.8	Valores límite para el Peligro de Derrumbamiento de Talud para cada Geología.....	T-3
Tabla 2.9	Proyectos de Prevención de Desastres relacionados	T-4

CAPITULO 3 BASE DEL PLANEAMIENTO

CAPITULO 4 PLAN MAESTRO

Tabla 4.1	Proyectos del Plan Maestro propuestos.....	T-5
Tabla 4.2	Ancho de Canales.....	4-3
Tabla 4.3	Comparación de las Descargas de Inundaciones de Diseño Alternativo	4-3
Tabla 4.4	Volumen estimado de control de erosion/sedimentos en el área de Proyecto Piloto	T-6
Tabla 4.5	Area inundada y lugares de evaluación (en caso de una tormenta de escala de Hurricane Mitch).....	T-7
Tabla 4.6	Uso de Tierra Futuro en el Area objeto	4-8
Tabla 4.7	Reasentamiento de casas para Medidas Estructurales.....	T-8
Tabla 4.8	Sitios de evacuación propuestos.....	T-9
Tabla 4.9	Matriz de Asignación y Funciones (Preparación contra Desastres)	T-10
Tabla 4.10	Matriz de Asignación y Funciones (Acciones de Emergencia).....	T-11
Tabla 4.11	Matriz de Asignación y Funciones (Rehabilitación de Desastres)	T-12
Tabla 4.12	Costo de Proyecto	T-13
Tabla 4.13	Programa de Implementación	T-14

CAPITULO 5 EVALUACION DE PLAN MAESTRO

Tabla 5.1	Reducción de Daños de Inundación.....	5-2
Tabla 5.2	Valor Actual Neto y Costo-beneficio para el Proyecto del Plan Maestro.....	5-2
Tabla 5.3	Selección (Control de Inundación y Prevención de Deslizamiento)	T-15
Tabla 5.4	Alcance	T-16
Tabla 5.5	Adquisición del Terreno y Reasentamiento.....	5-5

CAPITULO 6 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE PROYECTOS PRIORITARIOS

Tabla 6.1	Investigación por perforación	T-17
Table 6.2	Comparación de Medidas de Prevención de Deslizamiento para Ampliación del Río.....	6-5
Tabla 6.3	Sistema de Pronóstico/Alerta	6-6
Tabla 6.4	Sistema de Pronóstico/Deslizamiento de Tierra.....	6-7
Tabla 6.5	Programa de Implementación	T-18
Tabla 6.6	Reducción de Daños por Inundación/Deslizamiento	6-8
Tabla 6.7	Valor Actual Neto y la Relación de Costo Beneficio para los Proyecto Prioritario	6-9

CAPITULO 7 CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1 INTRODUCCION

Figura 1.1	Area de Estudio.....	F-1
Figura 1.2	Area Objeto para la Prevención de Desastres	F-2
Figura 1.3	Organización del Estudio	1-2
Figura 1.4	Programa del Estudio	1-5

CAPITULO 2 CONDICIONES EXISTENTES

Figura 2.1	Mapa Geológico del Area de Estudio.....	F-3
Figura 2.2	Topografía del Area objeto para la Prevención de Desastres	F-4
Figura 2.3	Mapa Geológico del Area Objeto.....	F-5
Figura 2.4	Mapa Isoyetal de Area de Estudio.....	F-6
Figura 2.5	Actual Uso de Suelo en el Area de Estudio.....	F-7
Figura 2.6	Actual Uso de Suelo en el Area Objeto.....	F-8
Figura 2.7	Actual Distribución de Area Edificada en el Area Objeto.....	F-9
Figura 2.8	Mapa de Area Histórica de Tegucigalpa/Comayaguela y Areas Vecinas, 1994.....	F-10
Figura 2.9	Distribución de Potencial de Erosión en el Area de Estudio	F-11
Figura 2.10	Río Choluteca con el Número de Mojones del Estudio del Río.....	F-12
Figura 2.11	Ancho del Río Actual	F-13
Figura 2.12	Perfil del Río Actual.....	F-14
Figura 2.13	Capacidad de Descarga de Cada Sección del Río	F-15
Figura 2.14	Precipitaciones Registradas en Toncontin durante el Huracán Mitch	F-16
Figura 2.15	Precipitación Máxima de 2-Días y Periodo de Retorno en la Estación Toncontin	F-17
Figura 2.16	Resultados del Estudio de Marca de Agua Alta	F-18
Figura 2.17	Simulación de Nivel de Agua en el Río Choluteca durante el Huracán Mitch y Resultados del Estudio de Marca de Agua Alta	F-19
Figura 2.18	Comparación de Area de Inundación de Mitch.....	F-20
Figura 2.19(1)	Mapa de Amenaza (Mapa de Area de Inundación con escala de Mitch)(1/2).....	F-21
Figura 2.19(2)	Mapa de Amenaza (Mapa de Area de Inundación con escala de Mitch)(2/2).....	F-22
Figura 2.20	Capacidad de Transporte de Sedimentos.....	F-23
Figura 2.21(1)	Mapa de Ubicación de Deslizamiento durante el Huracán Mitch.....	F-24
Figura 2.21(2)	Mapa de Ubicación de Derrumbamiento de Talud durante el Huracán Mitch.....	F-25
Figura 2.22	Distribución de Masas de Deslizamiento	F-26
Figura 2.23	Distribución de Masas de Deslizamiento (Parte norte del Area).....	F-27
Figura 2.24	Inclinación de Pendiente de Derrumbamiento de Talud.....	F-28
Figura 2.25	Clasificación Geológica de Derrumbamiento de Talud.....	F-29
Figura 2.26(1)	Mapa de Amenaza de Deslizamiento	F-30
Figura 2.26(2)	Mapa de Amenaza de Derrumbamiento de Talud	F-31
Figura 2.27	Mecanismo de Desastres de Inundación y Derrumbamiento en Tegucigalpa	F-32

CAPITULO 3 BASE DEL PLANEAMIENTO

CAPITULO 4 PLAN MAESTRO

Figura 4.1	Ubicación de Proyectos del Plan Maestro (Medidas Estructurales).....	F-33
Figura 4.2	Distribución de Inundación de Diseño	F-34
Figura 4.3	Perfil del Río Planeado.....	F-35

Figura 4.4	Alineación del Río Choluteca Planeada en Berrinche.....	F-36
Figura 4.5	Estructuras Planeadas en el Deslizamiento de Berrinche.....	F-37
Figura 4.6	Reemplazo de Puente Mallol	F-38
Figura 4.7	Carga de Sedimentos.....	F-39
Figura 4.8	Variación de Lecho de Río	F-40
Figura 4.9	Mejora de la Salida de la Laguna del Pescado	F-41
Figura 4.10	Ubicación de Estación de Medición Planeada	F-42
Figura 4.11	Sistema de Alerta Propuesto.....	F-43
Figura 4.12	Destino de Evacuación.....	F-44
Figura 4.13(1)	Mapa de Amenaza (Mapa de Area de Inundación) (1/2).....	F-45
Figura 4.13(2)	Mapa de Amenaza (Mapa de Area de Inundación) (2/2).....	F-46
Figura 4.14(1)	Area de Inundación por una Inundación de Escala de Mitch Scale con Proyecto Estructurales del Plan Maestro (1/2).....	F-47
Figura 4.14(2)	Area de Inundación por una Inundación de Escala de Mitch Scale con Proyecto Estructurales del Plan Maestro (2/2).....	F-48
Figura 4.15	Proyección de Futuro Uso de Suelo en el Area Objeto	F-49
Figura 4.16	Profundidad de Inundación por una Inundación de Escala de Huracán Mitch con Proyectos del Plan Maestro	F-50
Figura 4.17	Medidas de Prevención de Deslizamiento propuestas en Berrinche	F-51
Figura 4.18	Medidas de Prevención de Deslizamiento propuestas en Reparto	F-52
Figura 4.19	Medidas de Prevención de Deslizamiento propuestas en Bambu	F-53
Figura 4.20	Ubicación de Estación de Medición Planeada	F-54
Figura 4.21	Flujo de Información.....	F-55
Figura 4.22(1)	Plan de Coordinación de Preparación contra Desastres	F-56
Figura 4.22(2)	Plan de Coordinación del Plan de Acciones de Emergencia	F-57
Figura 4.22(3)	Plan de Coordinación de Rehabilitación de Disastres.....	F-58
Figura 4.23	Area de Inundación por Inundación de 15-años con Excavación.....	F-59

CAPITULO 5 EVALUACIÓN DE PLAN MAESTRO

CAPITULO 6 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE PROYECTOS PRIORITARIOS

Figura 6.1	Ubicación de Proyectos Prioritarios (Medidas Estructurales).....	F-60
Figura 6.2(1)	Mapa de Ubicación de Perforación (Berrinche).....	F-61
Figura 6.2(2)	Mapa de Ubicación de Perforación (Reparto).....	F-62
Figura 6.2(3)	Mapa de Ubicación de Observación por SERNA	F-63
Figura 6.3	Subbloques de Deslizamiento en Berrinche	F-64
Figura 6.4	Superficie deslizante del Perfil B-4.....	F-65
Figura 6.5	Superficie deslizante en Reparot	F-66
Figura 6.6	Bosquejo Geológico de la Laguna del Pescado.....	F-67
Figura 6.7(1)	Trabajos de Anclaje en el Banco Derecho en Berrinche (1).....	F-68
Figura 6.7(2)	Trabajos de Anclaje en el Banco Derecho en Berrinche (2).....	F-69
Figura 6.8	Sistema de Drenaje (Berrinche)	F-70
Figura 6.9	Pozo Colector.....	F-71
Figura 6.10	Canal Abierto (Reparto)	F-72
Figura 6.11	Sistema de Drenaje (Reparto)	F-73
Figura 6.12	Sistema de Drenaje (Bambú)	F-74

CAPITULO 7 CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

ABREVIATURAS

AMDC	: Alcaldía Municipal del Distrito Central
BID	: Banco Interamericano de Desarrollo
COPECO	: Comisión Permanente de Contingencias
CODEM-DC	: Comité de Emergencias Municipal del Distrito Central
COHDEFOR	: Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal
DECA	: Dirección de Evaluación y Control Ambiental
EIA	: Evaluación del Impacto Ambiental
F/S	: Estudio de Factibilidad
JICA	: Agencia de Cooperación Internacional del Japón
M/P	: Plan Maestro
PIB	: Producto Interno Bruto
SANAA	: Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados
SERNA	: Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente
SETCO	: Secretaría Técnica de Cooperación Internacional
SOPTRAVI	: Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda
UNDP	: Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas
USAID	: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
USGS	: Servicio Geológico de los Estados Unidos

CAPITULO 1
INTRODUCCION

CAPITULO 1 INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Tegucigalpa es la ciudad capital de Honduras, amenazada por condiciones naturales desfavorables en términos de inundación y deslizamientos, se ha vuelto vulnerable a los desastres naturales a causa del desarrollo urbano sin control.

En octubre de 1998, el Huracán Mitch azotó atravesando toda la América Central, dejando más devastado a Honduras por el ataque. Como consecuencia del siniestro, se informó que hubo más de 13,000 heridos en todo el país y más de mil personas perdieron sus vidas o desaparecieron en Tegucigalpa.

Después del Huracán Mitch, un gran número de países extranjeros y de organizaciones internacionales proporcionó distintas ayudas al país. El Gobierno de Honduras ha estado trabajando duramente para recuperar de los daños causados por el huracán aun hasta la fecha. Desgraciadamente, todavía persisten graves problemas por desastres. Los problemas de capacidad del río Choluteca no han mejorado en absoluto. Nada se hizo sobre las áreas de deslizamiento y aún muchas casas siguen en grave riesgo.

Sin embargo, es imposible resolver apropiadamente todos los problemas de inundación y deslizamientos de tierra en Tegucigalpa solamente con medidas estructurales tales como la mejora del río o trabajos para la prevención de deslizamientos de tierra debido a las restricciones presupuestales y otras limitaciones. En consecuencia, es urgentemente necesario un plan maestro integrado compuesto de una óptima combinación de medidas estructurales y no estructurales.

1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Los objetivos del Estudio son:

- (1) Formular un plan maestro para el mitigación de daños por inundaciones y la mitigación de daños por deslizamiento de tierra en el Área Metropolitana de Tegucigalpa, República de Honduras,
- (2) Realizar un estudio de factibilidad sobre proyectos urgente(s) y prioritario(s), y
- (3) Transferir la tecnología al personal contraparte de instituciones participantes tales como la Secretaria de Obras Públicas, Transporte y Vivienda (SOPTRAVI), Secretaria Técnica de Cooperación Internacional (SETCO), el Comisión Permanente de Contingencias (COPECO), Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA), Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), y la Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC) en el transcurso del Estudio.

1.3 ÁREA DEL ESTUDIO

El Área del Estudio cubre la cuenca del río Choluteca en el curso arriba del punto A, según se muestra en *Figura 1.1*. El Área objeto del Estudio cubrirá el Área Metropolitana de Tegucigalpa como se muestra en la *Figura 1.2*.

1.4 ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO

El Estudio fue conducido bajo el siguiente esquema organizativo :

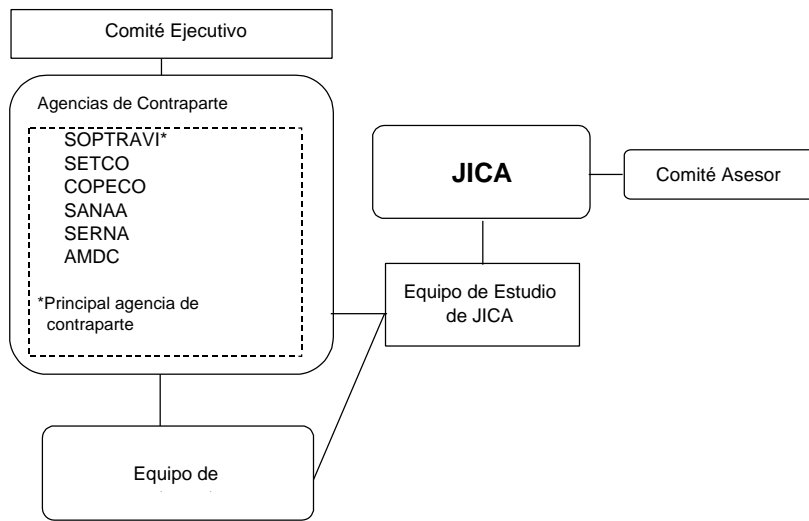


Figura 1.3 Organización del Estudio

El equipo de Estudio está compuesto de los siguientes dieciséis (16) miembros:

<u>Nombre</u>	<u>Posición</u>
- Sr. Mitsuo MIURA	- Líder de la misión / Planeamiento de prevención de desastres
- Dr. Kozo TAKAHASHI	- Prevención de deslizamientos de tierra.
- Mr. Takuro TERASHIMA	- Control de inundaciones
- Dr. Chaisak SRIPADUNGTHAM	- Hidrología / Hidráulica
- Sr. Kaoru NAKAZATO	- Topografía / Geología para deslizamientos de tierra
- Sr. Hiroshi TANAKA	- Planificación sobre el uso de la tierra
- Dr. Valerio GUTIERREZ	- Administración de cuencas hidrológica.
- Sr. Kazuhiro ISHIZUKA	- Investigación geodésica
- Sr. Kouji OOIKE	- GIS(1)
- Sr. Takahiro GOTO	- Diseño de instalaciones / Estimación de costo
- Sr. Ryo MATSUMARU	- Evaluación del proyecto / Socioeconomía
- Dr Somasundaram JAYAMOHAN	- Medio ambiente
- Sr. Yoshiaki KANEKO	- Organizaciones / Instituciones
- Sr. Hideo SAKURABA	- Intérprete
- Sr. Yoshitaka ISHIKAWA	- Intérprete
- Sr. Kenji MORITA	- Coordinación del estudio / GIS (2)

- El Comité Asesor se compone de siguientes tres (3) miembros;

- Sr. Katsushige MASUKURA	- Presidente del Comité
- Sr. Hidetomi OI	- Miembro del Comité
- Sr. Yasuo ISHII	- Miembro del Comité

Capítulo 1 : Introducción

El gobierno de Honduras ha organizado un equipo de contraparte que consiste en los siguientes miembros:

<u>Nombre</u>	<u>Organización</u>
- Sr. Martín Pérez	- SOPTRAVI
- Sra. Rosa María Bonilla	- SOPTRAVI
- Sr. Gustavo Suazo	- SOPTRAVI
- Sr. Marcio Figueroa	- SOPTRAVI
- Sr. Rafael Alduvin	- SETCO
- Sr. Mario Aguilera	- COPECO
- Sra. Martha Flores	- COPECO
- Sr. Rodolfo Ochoa	- SANAA
- Sr. Miriam Naraváez	- SANAA
- Sr. Galdis Rojas	- SANAA
- Sr. Adrián E. Oviedo	- SERNA
- Sr. Héctor Fonseca	- AMDC
- Sr. Carlos Gutiérrez	- AMDC

El Comité Ejecutivo se estableció con los miembros siguientes.

<u>Nombre</u>	<u>Organización</u>
- Sra. Yasmina Deras	- SOPTRAVI
- Sra. Juana Elisa Granados	- SOPTRAVI
- Sra. Nora Derez Suazo	- SOPTRAVI
- Sr. Martín Pérez	- SOPTRAVI
- Sra. Yolanda Madrid	- SETCO
- Sr. Hugo Arevalo	- COPECO
- Sr. Marcio Rodríguez	- SANAA
- Sr. Kenneth Rivera	- SERNA
- Sr. Mario Castañeda	- SERNA
- Sr. Rafael Trimino	- AMDC

1.5 PROGRAMA DEL ESTUDIO

El programa del Estudio se muestra en *Figura 1.4* junto con el programa de personal.

Año		2001												2002				
Mes		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Programa del Estudio																		
Items de trabajo																		
Trabajos preparatorios		☐																
Plan maestro de prevención de desastres			■	■	■	■	■	■	■									
Preparación de Informe Intermedio								☐										
Presentación de Informe Intermedio									■									
Estudio de Factibilidad en los proyecto(s) prioritarios										■	■	■	■					
Preparación del Borrador del Informe Final														☐				
Presentación del Borrador del Informe Final																■		
Preparación del Informe Final																		☐
Programa de Informes		IC/R				P/R(1)		IT/R		P/R(2)				DF/R				F/R
Programa del personal																		
Cargo	Nombre																	
Líder de la Misión/Planeamiento de prevención de desastres	Mitsuo MIURA	☐	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	☐	■	■	■	☐
Prevención de deslizamientos de tierra	Kozo TAKAHASHI				■	■	■	■	■	■	■	■	■	☐	■	■	■	■
Control de inundaciones	Takuro TERASHIMA	☐			■	■	■	■	■	■	■	■	■	☐	■	■	■	■
Hidrología/Hidráulica	Chaisak SRIPADUNGTHAM				■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Topografía/geología para deslizamientos de tierra	Kaoru NAKAZATO				■	■	■	■	■	■	■	■	■	☐				
Planeamiento del uso de la tierra	Hiroshi TANAKA					■	■	■	■	■	■	■	■					
Administración de cuenca hidrológica	Valerio GUTIERREZ		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Investigación geodésica	Kazuhiro ISHIZUKA		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
GIS (1)	Kouji OOIKE					■	■	■	■	■	■	■	■	☐				
Diseño de instalaciones/estimación de costo	Takahiro GOTO					■	■	■	■	■	■	■	■	☐				
Socioeconomía/evaluación de proyecto	Ryo MATSUMARU						■	■	■	■	■	■	■	☐				■
Medio ambiente	Somasundaram JAYAMOHAN					■	■	■	■	■	■	■	■					
Organizaciones/instituciones	Yoshiaki KANEKO		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Intérprete	Hideo SAKURABA	☐	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	☐	■	■	■	☐
Coordinación del Estudio/GIS (2)	Kenji MORITA				■	■	■	■	■	■	■	■	■					

Figura 1.4 Programa del Estudio

1.6 CONTENIDOS DEL INFORME

El Borrador del informe Final está compuesto de los siguientes contenidos:

Informe principal

El informe principal contiene todos los resultados del Estudio incluyendo el Plan Maestro y el resultado del Estudio de Factibilidad de los proyectos prioritarios.

Informe de apoyo

Cada campo de estudio se describe con detalle en los siguientes diecisiete (17) documentos;

- Apoyo A Mapeo por fotos aéreas /levantamiento del río y tierra
- Apoyo B Reconocimiento geológico
- Apoyo C Análisis hidrológico/hidráulico
- Apoyo D Reconocimiento del material del lecho del río
- Apoyo E Consideraciones del medio ambiente
- Apoyo F Plan de mitigación de daños por inundación
- Apoyo G Plan de mitigación de daños por deslizamientos de tierra

Capítulo 1 : Introducción

- Apoyo H Mapa de amenaza y mapa de riesgo por GIS
- Apoyo I Administración de cuenca
- Apoyo J Plan de uso de suelo
- Apoyo K Plan de instalaciones/estimación de costos
- Apoyo L Consideración organizacional/institucional
- Apoyo M Taller de trabajo participativo
- Apoyo N Reconocimiento de daños por inundación/deslizamientos de tierra
- Apoyo O Análisis económico/financiero
- Apoyo P Plan de educación/enseñanza y capacitación
- Apoyo Q Sistema de información de administración de desastres

Libro de datos

El libro de datos contiene los datos obtenidos en el Estudio.

Manual de instrucciones de GIS

El manual de instrucciones de GIS contiene instrucciones para manipular la base de datos GIS creada en este Estudio.

Mapas

Los mapas contienen siete mapas importantes creados en este Estudio.

Sumario

El sumario ejecutivo capta la esencia del Estudio en forma compacta.

1.7 PÁGINA DE INTERNET DEL ESTUDIO

Se creó una página de Internet del Estudio y se puso en el sitio de la red. La página de Internet se transfirió a SOPTRAVI para la utilización en el futuro para la prevención de desastres y el mantenimiento del sitio. La dirección de la página de Internet es la siguiente;

URL:<http://www.hondutel.hn/jica/index.html>

CAPITULO 2
CONDICIONES EXISTENTES

CAPITULO 2 CONDICIONES EXISTENTES

2.1 CONDICIONES NATURALES

2.1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA DEL ÁREA DEL ESTUDIO

El Área del Estudio se sitúa en la cuenca superior del río Choluteca y en un área montañosa con altitud entre 900 m y 2,200 m s.n.m. (*Figura 1.1*) El área es de aproximadamente 820 km² y está dividido en las sub-cuencas del río Choluteca, *es decir* la cuenca del río Guacerique, la cuenca del río Grande, la cuenca del río San José y la cuenca del río Chiquito.

La geología dentro y alrededor del Área del Estudio está dividida aproximadamente en el Grupo Valle de Ángeles del Período Cretáceo, Formación de Matagalpa del Período Paleógeno y Grupo Padre Miguel del Período Terciario y depósito volcánico del Período Cuaternario. Las lavas basálticas del Período de Cuaternario temprano cubren el Grupo Padre Miguel, Formación de Matagalpa. La *Figura 2.1* muestra el mapa geológico de Área objeto del Estudio.

2.1.2 TOPOGRAFÍA DEL ÁREA OBJETO PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES

El Área objeto para la prevención de desastres es el área urbana de Tegucigalpa, como se muestra en la *Figura 1.2*. El área total es de 105 km² y la elevación del área urbana es de entre 900 m y 1,400 m s.n.m. El área tiene cuenca topográfica compuesta de valles del río Choluteca y sus afluentes. La *Figura 2.2* muestra la topografía del Meta para la Prevención de Desastres.

La geología de Área objeto de la prevención de desastres se compone del Grupo Valle de Anteles en el Período Cretáceo, la Formación Matagalpa en el Período Paleógeno, el Grupo Padre Miguel en el Período Terciario y los depósitos volcánicos del Cuaternario. La estratigrafía del Área objeto aparece en la *Tabla 2.1*. La *Tabla 2.1* se preparó mediante un reconocimiento de campo detallado en esta área. Los resultados del estudio geológico de campo fueron compilados como un mapa geológico completo a escala de 1/10,000. La *Figura 2.3* muestra el mapa geológico del Área objeto.

2.1.3 HIDROLOGÍA

La cantidad de precipitación de lluvias anual en el Área del Estudio varía entre 800 mm y 1,500 mm y el promedio del área es de 1,000 mm/año. La *Figura 2.4* muestra el mapa isoyeta del área. De acuerdo con la figura, la cantidad de precipitaciones puede llegar a ser entre 1,200 mm y 1,400 mm en la cuenca del río Guacerique, el río Grande y en la Montaña La Tigra. Por otra parte, la cantidad de precipitaciones en el área sudeste, las cuencas del río Sabacuante y el río Canoas pueden llegar a ser tan poco como 850 mm. La evaporación total anual es de 800 mm.

2.1.4 MEDIO AMBIENTE NATURAL

El medio ambiente del río en Tegucigalpa se ha deteriorado severamente. Los ríos en la ciudad son básicamente negros y producen un mal olor ofensivo.

Los ríos de la ciudad, al igual que los de otras ciudades latinoamericanas, actúan como desagües al aire libre para la descarga de aguas servidas sin tratar, proveniente de todo tipo de usos de origen doméstico, institucional, comercial e industrial. Además, este continuo

desagüe de aguas servidas sin tratar en los ríos provocó la contaminación del lecho de los ríos donde la superficie del lecho está cubierta virtualmente por fango de las aguas servidas y no por el suelo natural, especialmente en las partes del río con baja velocidad de flujo. Efectivamente los ríos de la ciudad están básicamente y ecológicamente muertos sin otros usos beneficiosos que como desagües abiertos para la descarga de aguas servidas sin tratar.

Debido a este medio ambiente deteriorado, hay pobre flora y fauna a lo largo del Río Choluteca en el Área objeto para la prevención de desastres.

2.2 CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS

2.2.1 GENERALIDADES

La República de Honduras está ubicada en la región de América Central, y tiene fronteras con la República de Guatemala en el Oeste, El Salvador en el Sur y Nicaragua en el Este y Sudeste. Tiene una extensión territorial de 112,492 km² y una población de aproximadamente 6 millones. Es un país en vías de desarrollo con la agricultura como su base económica. El país tiene uno de los más bajos Producto Interior Bruto (PIB) en Centroamérica. Los principales productos de exportación son plátano, café y madera. Estas industrias basadas en la agricultura emplean el 60 % de los trabajadores comunes y proporciona el 80 % de la exportación del país.

2.2.2 POBLACIÓN DE ÁREA METROPOLITANA DE TEGUCIGALPA

La última población estimada confiable se presentó en el proyecto titulado “El Estudio sobre Sistema de Suministro de Agua Potable para Urbana de Tegucigalpa”, (de aquí en adelante llamado “ el Estudio de Suministro de Agua Potable”), realizado por JICA en 2000. El Estudio de Suministro de Agua Potable estima la actual población de Tegucigalpa en aproximadamente 932,000, basado en el número de familias dado por el pre-censo de 2000, que DGEC preparó para el Censo 2000, y el tamaño promedio de cada familia está dado por el Estudio de Cuestionario de Propósito Múltiple Permanente de Familias (EPHPM) realizado por DGEC en marzo de 1999.

2.2.3 PIB Y OTROS INDICADORES ECONÓMICOS

La *Tabla 2.2* muestra el PIB de Honduras en los últimos 10 años.

Tabla 2.2 PIB de Honduras

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
PIB (millones US\$)	3,091	3,191	3,371	3,581	3,534	3,678	3,811	4,004	4,122	4,044
PIB per Capita (US\$)	633.5	634.7	650.7	671.1	643.3	650.6	655.3	669.5	670.5	640.3

Fuente: Sitio de WEB del BID, www.iadb.org/int/sta/ENGLISH/brptnet/english/hndbrpt.htm

Para la ciudad de Tegucigalpa, el PIB regional per capita alcanzó casi US\$ 900 en 2000 mientras que el monto del PIB nacional es fue menos de US\$ 650.

Como el gobierno de Honduras no pudo cubrir todo el costo de administrar y desarrollar el país con el ingreso de impuestos a la renta, es necesario introducir recursos financieros externos al país. La *Tabla 2.3* muestra la situación de las deudas externas.

Tabla 2.3 Deuda Externa

Unidad: millones de US\$

Año	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Total Deuda	3,396	3,614	4,077	4,436	4,570	4,533	4,710	5,002
Préstamo público bilateral	1,089	1,163	1,307	1,470	1,455	1,412	1,368	1,404
Préstamo público multilateral	1,658	1,801	1,952	2,062	2,153	2,109	2,312	2,379
Servicio de deuda total	307	377	361	433	553	564	505	505
Servicio de deuda para préstamo bilateral	55	68	73	82	135	69	106	108
Servicio de deuda para préstamo multilateral	186	229	214	262	262	336	219	211

Fuente: Sitio de WEB del BID, www.iadb.org/int/sta/ENGLISH/brptnet/english/hndbrpt.htm

La economía hondureña está sufriendo una inflación severa al igual que otros países latinoamericanos. El promedio anual de la inflación durante la década de 1990 fue el 19.0 % anual.

2.2.4 USO DE SUELO

(1) Uso de suelo en el Área del Estudio

El mapa de uso de suelo del Área del Estudio se preparó en 1983 como parte del estudio de propiedades del suelo y características de vegetación del Departamento de Francisco Morazán. Basado en este mapa de uso de suelo y en las fotos aéreas de marzo de 1999, el actual mapa de uso de suelo del Área del Estudio de 820 km² se preparó como se muestra en la *Figura 2.5*. En el mapa se revisó la parte urbana basándose en los datos de uso de suelo obtenidos de las ortofotos preparadas en el Estudio. La *Tabla 2.4* muestra el uso de suelo en el Área del Estudio.

Tabla 2.4 Actual Uso de Suelo en el Área del Estudio

Categoría de uso de suelo	Área del Estudio	
	Unidad: ha	Porcentaje
Bosque y arbustos	37,534.2	45.80%
Tierras de arbustos	13,152.7	16.05%
Tierras de pastoreo y pasto	18,566.2	22.65%
Tierras agrícolas	4734.0	5.77%
Cuerpos de agua	290.3	0.35%
Área urbana de alta densidad	6,140.7	7.49%
Área de asentamiento	1,488.7	1.82%
Aeropuerto	59.0	0.07%
Total	81,965.8	100.00%

(2) Uso de suelo en el Área objeto

Se investigó el actual uso de suelo del Área objeto para la prevención de desastres basándose en las ortofotos con escala de 1/10,000 tomadas en febrero de 2001 y el mapa topográfico con escala de 1/5,000 preparado a partir de las ortofotos.

La *Figura 2.6* muestra el uso de suelo del Área objeto para la prevención de desastres. La *Figura 2.7* muestra la distribución del área edificada en el Área objeto para la prevención de desastres. La *Tabla 2.5* muestra el actual uso de suelo en el Área objeto para la prevención de desastres.

Tabla 2.5 Actual Uso de Suelo en el Área objeto

Categoría de uso de suelo	(ha)	Porcentaje	Clasificación de área residencial	(ha)	Porcentaje
Comercial	310.1	3.0%	R-1: Residencial 250 hab. / há	1,876.2	65.1%
de protocolo y negocios	27.8	0.3%	R-2: Residencial 400 hab./há	643.4	22.3%
Instalaciones públicas	157.0	1.5%	R-3: Residencial 500 hab./há	179.1	6.2%
Residencial: R-1 a R-5	2,880.7	27.4%	R-4: Residencial 800 hab./há	147.2	5.1%
industrial	121.5	1.2%	R-5: Residencial >800 hab./há	34.8	1.2%
Instalaciones militares	132.7	1.3%	Total	2,880.7	100.0%
Aeropuerto	59.0	0.6%			
Carreteras y calles	1,940.5	18.5%			
Parques y áreas verdes	201.8	1.9%			
Cementerio	25.5	0.2%			
Campo de deportes	51.9	0.5%			
Bosques y arbustos	973.5	9.3%			
de reserva del río	389.5	3.7%			
Reserva	46.3	0.4%			
Espacio vacío	3,178.3	30.3%			
Total	10,496.0	100.0%			

Nota: L clasificación residencial se aplicó al criterio de planeamiento en curso por el Metroplan del Municipio.

Nota: Los valores límite se determinaron mediante discusiones del Plan Maestro en la oficina municipal.

2.2.5 ÁREA HISTÓRICA

Las ciudades de Tegucigalpa y Comayagüela tienen un gran número de edificios de valor histórico, arquitectónico y paisajes declarados como Monumentos Nacionales por acuerdo municipal de abril de 1977. En abril de 1994, la oficina del alcalde municipal del Distrito Central y el Instituto Hondureño de Antropología e Historia firmaron un acuerdo para la “Conservación del Histórica de Tegucigalpa/Comayagüela y Áreas Vecinas” tal como aparece en la *Figura 2.8*.

2.3 CONDICIÓN DEL RÍO

2.3.1 CUENCA

Como consecuencia de la expansión urbana de Tegucigalpa, se produjo una deforestación continua en áreas para viviendas, industrias u otras instalaciones. El bosque se fue cortando para cubrir las necesidades de leña en zonas cerca de áreas urbanas.

Otro factor por el que la expansión urbana contribuye a la erosión son los numerosos incendios forestales producidos en todas las estaciones secas. Según el Anuario Estadístico Forestal, 1997, la mayoría de ellos (54%) se produce por incendiarios, y en menor escala, por actividades agrícolas o ganaderas. Los incendios forestales dejan el suelo sin cubierta de vegetación dando lugar a la erosión.

En el Estudio se estimaron las características de erosión utilizando la Ecuación de Pérdida de Suelo Universal (USLE). El Área del Estudio se dividió en 27 micro-cuencas y se aplicó la USLE para cada micro-cuenca, para evaluar la distribución de erosión del suelo. (Consulte el Apoyo I) La *Figura 2.9* muestra la distribución de la erosión potencial en el Área del Estudio. Hay seis (6) micro-cuencas clasificadas como de erosión potencial grande. Por lo tanto, las restantes corresponden a una erosión potencial moderada y ligera. La acumulación promedio

de toda el Área del Estudio es de 0.4 mm/año y de acuerdo con esta estimación, el grado de erosión del suelo de la cuenca no es demasiado grave.

2.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL RÍO

El Río Choluteca nace en la Ciudad de Tegucigalpa y fluye hacia el norte. El curso vuelve al sur en el medio y finalmente desemboca en el Golfo de Fonseca en el Océano Pacífico. Su longitud total es de 320 km y el área colectora es de 7,465 km².

La parte superior del Río Choluteca en el Área del Estudio fluye de sur a norte en la Ciudad de Tegucigalpa. La principal fuente del Río Choluteca se llama Río Grande y en su parte superior recibe afluentes tales como los Ríos San José, Guacerique, Chiquito, Sapo y Cacao. La *Figura 2.10* muestra el río Choluteca en el Área objeto con números de mojones del levantamiento del río.

2.3.3 CAPACIDAD DEL RÍO

La *Figura 2.11* presenta el ancho del río actual. Muestra que a 4.8 km y 4.9 km del punto A, el ancho de río es muy angosto comparado con otras partes del río. Estos dos puntos corresponden al curso de río cerca de deslizamiento de Berrinche donde la masa de deslizamiento está impidiendo el curso del río y reduciendo el ancho. Excepto estos los dos puntos, el ancho del río es suficiente al comparar con el ancho diseñado que se describirá más adelante.

La *Figura 2.12* representa el perfil del río actual. Muestra que el río original tiene un perfil bastante uniforme con una pendiente de 1/190 a 1/250.

La *Figura 2.13* muestra la capacidad de descarga de cada sección del río calculado por un modelo de flujo no-uniforme. Muestra que la capacidad del río es comparativamente pequeña entre 3 a 10 km del punto A. Especialmente, en C48 y C49, la capacidad de descarga es de 300m³/s y su período de retorno es menos de un año. Si esto se compara con la *Figura 2.11*, se ve claramente que la mala capacidad del río no es a causa del ancho estrecho del canal, sino de los sedimentos del río excepto C48 y C49 donde el deslizamiento de tierra de Berrinche está penetrando en el río.

Por consiguiente, dos principales causas de mala capacidad del río son;

- Canal estrecho en Berrinche (a 5 km del punto A, C48-C50);y
- Sedimento entre 3 km y 10 km del punto A, (C30-C100).

2.3.4 CAPACIDAD DE AFLUENTES PEQUEÑAS

Las quebradas de Sapo y Bambú confluyen con el río Choluteca y el Chiquito respectivamente por el canal de tubo. Los sedimentos en el río Choluteca y el río Chiquito redujeron la salida del canal de tubo, impidiendo la capacidad de estos afluentes.

2.3.5 PRECIPITACIONES DE LLUVIAS POR EL HURACÁN MITCH

Sólo hay una estación de precipitaciones en el área donde se obtuvieron los datos de de lluvias durante el Huracán Mitch; es la estación de Toncontín. La *Figura 2.14* muestra las precipitaciones por hora observadas en la estación de Toncontín. La cantidad total de las precipitaciones por la tormenta es 250 mm.

El análisis de período de retorno en la estación Toncontín aparece en la *Figura 2.15*. De

acuerdo con la figura, el período de retorno de las precipitaciones por el Huracán Mitch es de unos 500 años.

2.3.6 INUNDACIÓN POR EL HURACÁN MITCH

El resultado de la investigación del alto nivel de agua se muestra en la *Figura 2.16*.

El USGS ha realizado un reconocimiento preliminar de daños y condiciones de inundación luego del Huracán Mitch en 1998. La secuencia de daños de la inundación fue como sigue:

Tabla 2.6 Condición y Daños de Inundación durante el Huracán Mitch

Fecha	Tiempo	Condición y Daño
30 de octubre	22:45	Rebose en la represa de Los Laureles
30 de octubre	23:00	Laguna del Pescado colapsada
30 de octubre	22:00 – 24:00	Violenta erosión y deslizamiento ocurrido en el puente El País
30 – 31 de octubre	23:00 – 6:00	Flujo pico saliente en la represa de Concepción
30 de octubre	24:00	Inundación pico en el Río Chiquito
30 – 31 de octubre	24:00 – 1:00	Deslizamiento ocurrió en muchos lugares
31 de octubre	1:00	Flujo pico en el Puente Chile
31 de octubre	Mañana	Deslizamiento en Berrinche ocurrido

Fuente: “Estudio de respuestas sobre el Huracán en Honduras en 1998” por USGS

En el Estudio, se hicieron entrevistas con residentes acerca de la hora de pico de la descarga de inundación en el Puente Mallol. Se encontró que el nivel de agua más alto apareció entre 24:00 del 30 de octubre y 1:00 del 31 de octubre, mientras que la obstrucción en el río Choluteca por el deslizamiento de Berrinche ocurrió al amanecer del 31 de octubre. Según esta observación, se encontró que el aumento del nivel de agua causado por el deslizamiento de Berrinche fue más bajo que el máximo nivel de agua durante el fenómeno de inundación.

2.3.7 SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN DEL HURACÁN MITCH

Se construyó un modelo matemático del actual Río Choluteca y se hizo una simulación del fenómeno de inundación durante el Huracán Mitch. El procedimiento para el modelo se explica en el Capítulo 4 y se detalla en el Apoyo C.

Las *Figuras 2.17* y *2.18* comparan la simulación del modelo hidráulico con el resultado del reconocimiento de la inundación. La *Figura 2.17* es la distribución del nivel de agua más alto en el río y la *Figura 2.18* muestra el área de inundación.

A través de la simulación, fueron aclarados los siguientes dos puntos.

- La influencia del colapso de la presa natural de la salida de la Laguna del Pescado extendió hasta C150 (Loarque).
- La elevación por la inundación en el centro de la ciudad después del cierre del Río Choluteca por el deslizamiento de Berrinche fue menor que el nivel de agua pico antes del deslizamiento.

2.3.8 MAPA DE AMENAZA DE INUNDACIÓN DURANTE HURACÁN MITCH

La *Figura 2.19* es el mapa de amenaza del área de inundación con una escala del Huracán Mitch. El área total de la inundación es aproximadamente 2 km². El número total de viviendas en esas áreas de inundación es de unos 3,000 y el número de residentes de estima en

15,000.

2.3.9 TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LOS RÍOS

Se calculó la capacidad del transporte de sedimentos a lo largo del río considerando la configuración del río actual. Se evaluó la capacidad para el transporte de sedimentos de la descarga anual máxima de 1,000 m³/s y modelo de sedimento con diámetro de $d_{60}=30$ mm. El resultado del cálculo está en la *Figura 2.20*. Indica que en el río actual, la capacidad del transporte de sedimentos es baja río arriba del área de Berrinche (C50 – C55) debido a la baja gradiente de energía del río.

2.4 DESLIZAMIENTO DE TIERRA

En Japón, el desastre causado por el movimiento de tierra y roca se clasifica en tres categorías, En Japón, el desastre causado por el movimiento de tierra se clasifica en tres categorías, es decir, "deslizamiento de tierra", "derrumbamiento de talud" y "flujo de escombros" y la misma clasificación se aplicó en este Estudio. En el "deslizamiento de tierra" en general, el movimiento es lento (menos de 1 cm/minuto) y el movimiento dura por largo tiempo o el movimiento se repite. Por otro lado, en el "derrumbamiento de talud" la velocidad del movimiento es de más de 1 m/segundo y el movimiento dura sólo una hora o menos. Hay también diferencias en la escala del movimiento y la gradiente de los taludes originales entre sí.

Vanes (1978) clasificó los movimientos de talud en "derrumbe", "deslizamiento", "desplazamiento", "caída" y "flujo". La clasificación en Japón se concentra en el grado de daños por escala y la velocidad del movimiento de la masa de tierra y no es necesariamente posible comparar con la clasificación de Vanes. Sin embargo, el "deslizamiento de tierra" en el Estudio corresponde básicamente al "deslizamiento" de Vanes. El derrumbamiento de talud en el Estudio corresponde a un "deslizamiento" y "caída" en pequeña escala de Vanes.

En el Área objeto para la prevención de desastres en el Estudio, la mayoría de los desastres de tierra son "deslizamientos de tierra" y "derrumbamiento de talud" y pocos casos de "flujo de escombros". Por lo tanto, este Estudio trata sólo los "deslizamientos de tierra" y "derrumbamiento de talud".

2.4.1 PROBLEMAS DE DESLIZAMIENTO EN EL ÁREA

(1) Deslizamiento de Tierra durante el Huracán Mitch

USGS ha analizado deslizamientos de tierra causados por el Huracán Mitch en base a las aerofotografías tomadas en marzo de 1999. Es un dato bastante preciso ya que las fotos fueron tomadas poco después del desastre y las señales estaban todavía frescas. El mapa de localización de derrumbamientos de talud durante el Huracán Mitch se muestra en la *Figura 2.21(1)*.

(2) Interpretación de Fotografías Aéreas e Reconocimiento de Bloques de Deslizamiento

Se estudiaron las fotografías aéreas con la escala de 1/10,000 utilizando un estereoscopio para interpretar las características topográficas de los deslizamientos de tierra. Se identificaron las características topográficas típicas de deslizamientos de tierra y se definieron como bloques susceptibles de deslizamientos de tierra. La clasificación del grado de peligro del deslizamiento se muestra en la *Tabla 2.7*. La *Figura 2.22* muestra la distribución de masas de deslizamiento con categoría para cada peligro.

En la figura, se observa que muchas masas de deslizamiento se distribuyen en el norte del área. La *Figura 2.23* muestra la parte norte del área en una escala grande y con la distribución de lineamientos. Los lineamientos significan una estructura lineal observada en un mapa topográfico o una foto aérea. A menudo representa fallas o debilidades geográficas. Esta figura muestra que los deslizamientos prominentes tales como Berrinche, Campo Cielo, San Martín y Bambú que se encuentran en la estructura de lineamiento y es conocido que las fallas y zonas fracturadas están causando deslizamientos de tierra.

(3) Área Afectada por un Deslizamiento de Tierra

Cuando se prepara un mapa de amenaza de deslizamientos de tierra, es necesario identificar el área afectada por cada masa deslizada. El área afectada es el área donde parte de la masa de deslizamiento causada por el deslizamiento puede alcanzar y destruir casas e infraestructuras.

El área afectada por cada masa deslizada se estimó teniendo en cuenta la configuración de la masa de deslizamiento y la topografía ambiental. (Consulte el Apoyo B)

Puesto que la estimación de área afectada está basada en la experiencia en Japón, será necesario acumular más datos y mejorar la precisión de la estimación en el futuro.

En el mapa de amenaza de deslizamiento de tierra, se indicaron las áreas afectadas y las masas de deslizamiento en sí, que están consideradas como áreas peligrosas.

2.4.2 PROBLEMAS DE DERRUMBAMIENTO DE TALUD EN EL ÁREA

(1) Derrumbamientos de Talud durante el Huracán Mitch

El USGS analizó los derrumbamientos de talud producidos por el Huracán Mitch basándose en las fotos aéreas tomadas en marzo de 1999. El mapa de ubicación de derrumbamientos de talud durante el Huracán Mitch aparece en la *Figura 2.21(2)*.

(2) Identificación de Áreas con Peligro de Derrumbamientos de Talud

Se estudió el fenómeno de derrumbamientos de talud en el Área objeto en términos del pendiente del talud y sus características geológicas. Las *Figuras 2.24* y *2.25* muestran respectivamente sus clasificaciones. Se seleccionaron valores límite del peligro de derrumbamiento de talud para cada clasificación geológica. La *Tabla 2.8* muestra el valor límite para determinar el peligro de derrumbamiento de talud. El área afectada por el derrumbamiento de talud se estimó por el análisis de un ejemplo real de derrumbamiento de talud y la amplitud del área afectada.

Las dos anteriores categorías de peligro de derrumbamiento de talud, es decir, “talud peligroso” y “el área afectada por un derrumbamiento de talud” están indicadas en el mapa de amenaza de derrumbamientos de talud.

2.4.3 MAPA DE AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA Y MAPA DE AMENAZA DE DERRUMBAMIENTO DE TALUD

EL mapa de amenaza de deslizamientos de tierra y el mapa de amenaza de derrumbamiento de talud aparecen en la *Figura 2.26(1)* y *Figura 2.26(2)* respectivamente. El mapa de amenaza de deslizamientos de tierra muestra todas las masas deslizadas con los grados A, B y C junto con las áreas afectadas. El área total de deslizamientos de tierra de Categoría A y el área afectada ocupa el 1 % de toda el Área objeto. El número total de hogares en deslizamientos de Categoría A es de 1,500 y el número de personas afectadas se estima en 7,500.

Los derrumbamientos de “talud peligroso” y “el área afectada por un derrumbamiento de talud” aparecen en la *Figura 2.26(2)*. El área cubierta por estas dos categorías abarca el 25 % de toda el Área objeto. El número total de hogares en estas dos categorías son 25,000 y el número de personas afectadas se estima en 125,000.

2.5 ORGANIZACIÓN

Hay un número importante de agencias gubernamentales y otras instituciones involucradas o relacionadas con, o que tienen actividades en el sector de prevención de desastres. El grado de su participación, la extensión de su participación y la naturaleza de sus actividades varían desde una agencia a otra.

El Comisión Permanente de Contingencias (COPECO) se creó en 1991 para la prevención de desastres naturales al nivel nacional, regional y municipal.

La Comisión de Emergencia Municipal de Tegucigalpa bajo COPECO se estableció en 1998 unos pocos meses antes del Huracán Mitch. Durante el Huracán Mitch, aunque existían estas organizaciones para la prevención de desastres, todavía hubo muchos daños.

Los trabajos de prevención de desastres naturales en Tegucigalpa estaban bajo jurisdicción de la Alcaldía Municipal del Distrito Central. Después del Huracán Mitch, SOPTRAVI y SERNA están ahora a cargo de la mitigación de desastres y prevención de deslizamientos en Tegucigalpa. Sin embargo, la demarcación de la jurisdicción de estos sectores (mitigación de inundación, control de sedimentos o prevención de deslizamiento) no está muy claro.

Para la prevención de desastres incluyendo las medidas preventivas, operación de emergencia y rehabilitación en Tegucigalpa, hay muchas agencias relacionadas tales como SOPTRAVI, SERNA, SANAA, COHDEFOR, COPECO, CODEM, AMDC y SETCO.

2.6 LEYES Y REGLAMENTOS RELEVANTES

Hay siguientes leyes de la República de Honduras y decretos de Municipalidad concerniente a la prevención de desastres, lo que se detalla en el Apoyo L.

- Ley de Contingencias (Diciembre de 1990)
- Ley de Municipios (Noviembre de 1990)
- Ley Temporal de Áreas No Habitables (Diciembre de 1998)
- Ley General de Medio Ambiente (Junio de 1993)
- Ley de Explotación de Aguas Nacionales (1927)
- Ley Forestal (1972)
- Ley de Ordenamiento Territorial (borrador)
- Reglamentos Locales de Zonificación, Urbanización, División de Lotes y Construcción (1992)
- Decreto sobre el Área de Reserva de Río (1997)
- Ley Especial de Expropiación (1999)

El Decreto sobre el Área de Reserva de Río (1997) es el reglamento más importante del Municipio. Según el Decreto, 100m de ancho del río Choluteca, Guacerique, el Chiquito, San José y las Canoas son designados como áreas de río de reserva y ninguna construcción de estructura está permitida.

2.7 DESASTRES POR HURACÁN MITCH

2.7.1 DAÑOS POR HURACÁN MITCH

(1) Daños en Todo el País

En octubre de 1998, el Huracán Mitch azotó todo el país y provocó los peores de los daños causados por un huracán en el país. Fue informado que los damnificados fueron 5,657 muertos, 8,058 desaparecidos, 12,272 heridos y un total de 1.5 millones de personas (de los 6 millones de la población total) afectadas (evacuadas). ECLAC de las Naciones Unidas estimó las pérdidas materiales en unos US\$3,600 millones, de los cuales US\$2,050 millones correspondieron a los sectores productores y el resto a la infraestructura social (US\$ 1,020 millones) e infraestructura económica (US\$ 510 millones).

Con el esfuerzo para la mitigación de los daños de desastres por el gobierno y otras agencias donantes, el número de la gente evacuada disminuyó de 1.5 millón a 700,000 poco después del desastre y 285,000 de ellos se quedaron en los refugios provisionales hasta los finales de noviembre de 1998. Actualmente la mayoría de los evacuados en los refugios ya volvieron a su hogar.

(2) Daños en Tegucigalpa

No hay información completa de los daños en la Ciudad de Tegucigalpa causados por Mitch. Sin embargo, conforme al informe preparado por el Banco Mundial, aproximadamente el 40 % de la capital fue dañada, la mitad de su 1 millón de habitantes fueron afectados, y la ciudad quedó aislada del resto del país durante casi una semana.

Basado en la cantidad de daño de todo país y PIB nacional y PIB regional de Tegucigalpa, el daño estimado de la Ciudad de Tegucigalpa causado por Mitch sería de entre 410 millones y 760 millones de dólares americanos.

(3) Estudio de Daños por Inundación/Deslizamiento de Tierra

El objetivo de la investigación es entender las actuales condiciones de inundación/deslizamiento y bienes en el área amenazada. La información recopilada fue procesada y utilizada para la estimación de daños causados por inundaciones/deslizamientos y el beneficio derivado del proyecto.

Los estudios los hicieron las agencias de contraparte del Estudio a través de entrevistas con los habitantes que están viviendo en el área de posible inundación y deslizamiento del Área del Estudio.

2.7.2 IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE HURACÁN MITCH

La estimación económica indicó que en 1999 la reducción en el PIB sería de alrededor del 2.5 %. La tasa de inflación alcanzó al 10 % durante la segunda mitad del año, mientras que la tasa promedio para todo el año fue el 11.6 %, bajando desde el 13.7 % en 1998. En el año 1999 la economía sufrió el impacto máximo de destrucción en la capacidad productiva y exportaciones. Fue también el año en el que se hicieron mayores esfuerzos para reconstruir y transformar la economía hondureña, lanzada con la cooperación de la comunidad internacional de donantes y agencias financieras de desarrollo.

2.8 PROYECTOS POR OTROS DONANTES

Hay muchos proyectos relacionados con desastres por otros donantes que están en progreso. Estos se muestran en la *Tabla 2.9*.

2.9 DEFINICIÓN DE LOS PROBLEMAS

Del estudio de las condiciones actuales, se llegó a la conclusión de que los problemas de inundación y deslizamientos de tierra en el Área objeto se definieron tal como se describen abajo. Los problemas se simplifican como se muestra en la *Figura 2.27*.

2.9.1 PROBLEMAS DE INUNDACIONES

El problema de inundación en el Área objeto puede resumirse como sigue;

- La cantidad de lluvias en dos días en Tegucigalpa durante el Huracán Mitch tiene un período de retorno de 500 años.
- La inundación del área urbana durante el Huracán Mitch fue provocada por las lluvias anormales con un período de retorno de 500 años, pero la capacidad actual del río es menos que una inundación de periodo de retorno de 1 año entre C48 y C50, debido a que el deslizamiento de Berrinche estrechó el curso del río.
- Las causas de una mala capacidad del Río Choluteca son;
 - (1) ancho de canal angosto en el deslizamiento de Berrinche (C48-C50)
 - (2) sedimentos en el río entre C30 y C100
- El colapso de la presa natural de la Laguna del Pescado produjo un impacto importante en la inundación río abajo,
- La inundación en la quebrada de Sapo y en la quebrada de Bambú fue causada por la obstrucción de la salida del tubo de alcantarillado por sedimentos en el curso del río principal y por la basura,
- La capacidad de transporte de sedimentos del Río Choluteca y el Río Chiquito es comparativamente uniforme excepto entre C50 y C55.
- La erosión del suelo en toda la cuenca no es tan grande aunque siguen desapareciendo bosques en algunas sub-cuencas del área.
- El número de hogares en el área de inundación de una tormenta de la escala del Huracán Mitch (2 km²) es de aproximadamente 3,000 y el número de personas afectadas es de 15,000.

2.9.2 PROBLEMAS DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA

Los problemas de deslizamiento en el Área objeto se resumen como sigue;

- La topografía montañosa y las estructuras geológicas complejas hacen que el área sea propensa a deslizamientos y derrumbamientos de talud producidos por una gran cantidad de lluvias.
- Las masas deslizadas de Categoría A y su área afectada (1 km²) cubre el 1 % de toda el Área objeto y el número de hogares en el área es de 1,500.
- El área de peligro de derrumbamientos de talud (26 km²) cubre el 25 % de toda el Área objeto y el número de hogares en el área es de 2,500.

2.9.3 DAÑOS POR EL HURACÁN MITCH

La cantidad de daños y el costo de reconstrucción producidos por el Huracán Mitch para todo el país se estimaron en US\$3,638.5 millones y 4,987.7 millones respectivamente. Los daños en la ciudad de Tegucigalpa causados por el Huracán Mitch serán estimados en entre US\$410 millones y US\$760 millones.

2.9.4 ASPECTOS ORGANIZACIONALES/INSTITUCIONALES DE LOS PROBLEMAS

Hay distintas organizaciones involucradas en la actividad de prevención de desastres para la ciudad de Tegucigalpa. Sin embargo, de acuerdo con la orientación de organigramas recientes del gobierno hondureño, COPECO y CODEM son las organizaciones clave para el plan de prevención de desastres integrado.

En términos de legislación, hay distintas leyes y decretos que son relevantes e importantes para un plan de prevención de desastres completo. Los problemas se deben a que las leyes y decretos relevantes no se implementan correctamente. Una de las razones importantes debe ser la falta de datos concretos cuando se aplican los reglamentos.

2.9.5 PROYECTOS RELACIONADOS

Hay muchos proyectos relacionados completados o en las etapas de implementación. El plan maestro de prevención de desastres preparado en el Estudio debe tener en cuenta los resultados finales e intermedios de todos los estudios relacionados. También es necesario hacer una recomendación para los estudios adicionales de los resultados en los proyectos en curso de ejecución.

CAPITULO 3
BASE DEL PLANEAMIENTO

CAPITULO 3 BASE DEL PLANEAMIENTO

3.1 CONCEPTO DEL PLAN

Tal como se analizó en el Capítulo 2, enormes daños y gran número de pérdida de vidas humanas en el Area objeto fueron provocados por el Huracán Mitch, intensificados por las condiciones naturales y sociales. Las condiciones naturales desfavorables son una cantidad anormal de precipitaciones, características del río, y características topográficas y geológicas del área. Las condiciones sociales problemáticos son desarrollos no controlados del área urbana hasta los lugares con peligro de inundación y deslizamientos de tierra. De acuerdo con el Estudio, los lugares peligrosos definidos en el Estudio ocupan el 30 % de toda el Área objeto. El número de personas que viven en los lugares peligrosos es de más de 15,000 representando el 16 % de la población total. Esta es una realidad de la ciudad de Tegucigalpa.

Sin embargo, es imposible resolver completamente el problema de un desastre anticipado removiendo las casas ubicadas en el área peligrosa en un corto plazo. Tampoco es posible resolver completamente el problema con obras de ingeniería de gran escala para que el área peligrosa sea más segura.

Por lo tanto, el gol del plan se define de la siguiente forma;

- Los daños de un desastre en el Área objeto deben reducirse al mínimo, sin pérdida de vidas humanas incluso en una tormenta de la escala del Huracán Mitch.

Y la estrategia es;

- Debe lograr la meta arriba mencionada con una combinación óptima de medidas estructurales y no estructurales.
- Como el reasentamiento de gran escala de la gente del área peligrosa es poco realista, se concentra principalmente en medidas no estructurales como la prohibición del desarrollo de nuevas casas en las áreas peligrosas y el pronóstico/alerta/evacuación durante emergencias.

3.2 AÑO OBJETIVO

Como se trata de un plan maestro, el año objetivo debe ser de largo plazo. Sin embargo, los factores clave para el año objetivo, es decir la distribución de la población y el uso de suelo no pueden proyectarse a largo plazo por falta de un plan de desarrollo regional integrado y un plan de desarrollo urbano que cubra el Área objeto.

La proyección de población más reciente fue elaborada en el proyecto titulado “El Estudio del Sistema de Abastecimiento de Agua para el Area Urbana de Tegucigalpa en la República de Honduras” (2001, JICA) para el año 2015. Como la proyección de la población tiene como respaldo un plan maestro completo para el abastecimiento de agua, es confiable considerando que el suministro de agua es una de las limitaciones más críticas del crecimiento de la población.

Por lo tanto, el año objetivo del Plan Maestro es 2015 y se aplicará la misma proyección de población.

3.3 MARCO SOCIAL

Como la base de planeamiento se estableció el marco social, que es la población para el año objetivo. La población urbana total para el año 2015 está estimada en 1,376,822.

Un plan de uso de suelo está creado en el Plan Maestro desde el punto de vista de la prevención de desastres con el fin de ubicar la futura población apropiadamente en el área.

3.4 ITEMS A CONSIDERAR EN EL PLAN MAESTRO

(1) Plan Realista

Es necesario preparar un plan realista desde el punto de vista de las finanzas y ambiente social. El costo total del proyecto debe estar dentro de las posibilidades del gobierno central y local. Es imposible una adquisición de terreno o reasentamiento de gran escala, por lo tanto deben planearse las medidas estructurales para minimizar la adquisición de terreno y el reasentamiento.

(2) Integración con Proyectos Relacionados

Como hay muchos proyectos relacionados en marcha, el Plan Maestro debe tener en cuenta toda la información de estos proyectos. Especialmente los proyectos conducidos por USGS y el Cuerpo de Ingenieros de los EE.UU. deben coordinarse en el Plan Maestro.

CAPITULO 4
PLAN MAESTRO

CAPITULO 4 PLAN MAESTRO

4.1 INTRODUCCIÓN

El Plan Maestro para la prevención de desastres en el área metropolitana de Tegucigalpa se compone de tres secciones: medidas de mitigación de daños por inundaciones, medidas de mitigación de daños por desplazamientos de tierra y medidas no estructurales comunes para mitigación de daños por inundación y por desplazamiento.

Tanto el plan de mitigación de daños por inundaciones como el plan de mitigación de daños por deslizamiento de tierra se hicieron mediante el análisis del mecanismo para ambos desastres. Las soluciones alternativas tanto estructurales como no estructurales se estudiaron para solucionar los problemas.

Se seleccionaron medidas estructurales sólo cuando son realistas, considerando el costo de la obra civil comparado con los beneficios que trajo así como la adquisición de tierra y los problemas de reasentamiento que acompañan las obras civiles.

Se seleccionaron las medidas no estructurales cuando son más realistas que las estructurales teniendo en cuenta el costo de las medidas estructurales, dificultades para la adquisición de terreno y reasentamiento para las medidas estructurales.

El Proyecto de Plan Maestro propuesto se muestra en la *Tabla 4.1*. El mapa de localización de los proyectos del Plan Maestro (medidas estructurales) aparece en la *Figura 4.1*.

Plan de Mitigación de Daños por Inundaciones

Después de entender el mecanismo de inundaciones, se hizo un estudio alternativo para hacer una selección apropiada de una inundación de diseño para las medidas estructurales. Aquí se seleccionó la inundación de diseño teniendo en cuenta las limitaciones en la adquisición de tierra y reasentamiento causado por la ampliación del río. Se planearon las obras de mejora del río de tal forma de acomodar con seguridad la inundación de diseño en el curso del río.

Se hizo otra vez la simulación hidráulica suponiendo que se han terminado las medidas estructurales propuestas y se identificó el área de inundación en el caso de una tormenta de escala mayor que la inundación de diseño. Se planearon las medidas no estructurales analizando el área de inundación a lo largo del río incluso después de terminar las medidas estructurales propuestas.

Se preparó un plan de manejo de cuenca a través del análisis de erosión de cada sub-cuenca del Área del Estudio.

Plan de Mitigación de Daños por Deslizamiento de Tierra

Los desastres provocados por los movimientos de tierra y rocas se clasifican en “deslizamientos de tierra”, “derrumbamientos de talud” y “flujo de escombros” en Japón. Como los “deslizamientos de tierra” y los “derrumbamientos de talud” son los predominantes en el Área objeto, estos dos fenómenos se consideraron por separado en el Estudio.

Planteadas las medidas estructurales apropiadas, se contó el número de casas Áreasentar para implementar las medidas estructurales contra cada deslizamiento de categoría A. Se consideró que la mayoría de los bloques de deslizamiento excepto Berrinche, Reparto y Bambú, no es apropiada para adoptar medidas estructurales, ya que el número de casas Áreasentar para la

obra civil es comparativamente grande que el número de casas a proteger por la obra. Para el derrumbamiento de talud, existe gran número de lugares peligrosos y el costo de medidas estructurales para prevenir el derrumbamiento de talud es grande en comparación con el número de casas a proteger. Por lo tanto, fueron adoptadas medidas no estructurales (regulación de uso de suelo, pronóstico/alerta/evacuación).

4.2 PLAN DE MITIGACIÓN DE DAÑOS POR INUNDACIONES

4.2.1 ESTUDIO ALTERNATIVO PARA EL CONTROL DE INUNDACIÓN

(1) Generalidades

Se hizo un estudio alternativo para plan de control de inundación. El estudio alternativo se realizó para las instalaciones alternativas y descargas de diseño alternativo.

(2) Instalaciones Alternativas de Control de Inundaciones

Para el control de inundación, se consideró no solamente la mejora de curso del río, sino también estructura de almacenamiento del agua de inundación tales como estanque de retardación y represas. Sin embargo, no se encontró espacio apropiado para el estanque de retardación. La idea de construir la represa fue descartada porque el lugar candidato para la represa está en el curso arriba del río y su área colectora es menos de un 10% de la totalidad del área colectora, por lo que el efecto de control de inundación es pequeño.

Como el efecto del colapso de la represa natural en la salida de la Laguna del Pescado fue importante aguas arriba, el tratamiento de la salida se incluyó en el plan.

(3) Descargas de Inundación de Diseño Alternativo

El pico de descarga de la inundación durante el Huracán Mitch en el punto A (el final de aguas abajo del Área del Estudio) es de 4,000 m³/s de acuerdo con la simulación de escorrentía. Fue el máximo récord de descarga en el punto. Y se sabe que el período de retorno de 2 días de precipitación durante el Huracán Mitch es una vez cada aproximadamente 500 años.

Por otra parte, la capacidad total de lecho del río Choluteca en el punto A es 2,000 - 3,000 m³/s. Considerando el área edificada a lo largo del río Choluteca en las áreas Centro y Comayagüela, es difícil ampliar el ancho de río en esa porción. De esta forma el pico de descarga de la inundación se hizo con una selección de cinco alternativas de 1000, 1500, 2000, 2500 y 3000 m³/s para el estudio.

El diseño para las distribuciones de inundación fue preparado para cada alternativa basándose en la proporción de simulación de descarga. La *Figura 4.2* muestra la distribución de inundaciones de cada diseño.

(4) Perfil de Diseño del Río Choluteca

El perfil longitudinal del río Choluteca fue diseñado basándose en el perfil de río existente. El talud de lecho del río planeado son 1/200, 1/250, 1/190 a 2.7-5.1km, 5.1-11.4km, 11.4-15.5km respectivamente. El perfil de diseño se muestra en la *Figura 4.3*.

(5) Secciones Transversales Alternativos del Río Choluteca

Las secciones transversales de diseño fueron planeadas para acomodar cada inundación de pico de diseño (1,000 m³/s - 3,000 m³/s) teniendo en cuenta el perfil de diseño seleccionado antes y las secciones transversales de diseño para cada descarga de inundación pico de diseño. El

ancho de los canales de cada caso se muestra como sigue;

Tabla 4.2 Ancho de los Canales

Alcance	27-51	51-56	56-67	67-93
Descarga (m ³ /s)	Ancho del río (m)			
1,000	35	36	32	24
1,500	48	49	45	32
2,000	61	63	56	39
2,500	73	76	68	47
3,000	86	89	80	54

(6) Alineación Planeada del Río Choluteca

La alineación de diseño del río Choluteca siguió la alineación existente del río, excepto C48 y C49 (el curso adyacente del río al deslizamiento de Berrinche), donde el ancho de río es muy estrecho y la capacidad de canal es pequeña. Entre C48 y C49, se planeó desviar el curso del río a la derecha fijando la periferia izquierda del río para no interferir con la gran masa de deslizamiento de Berrinche. (Consulte la *Figura 4.4*)

(7) Selección de Descarga de la Inundación de Diseño

Se compararon cinco alternativas en términos de período del retorno, cantidad de obras civiles y adquisición del terreno. La *Tabla 4.3* muestra la comparación de cada alternativa.

El problema de adquisición de terreno fue discutido con la autoridad municipal quien está a cargo de la planificación urbana y se concluyó que las alternativas 4 y 5 son sumamente difíciles en términos de adquisición del terreno. Por consiguiente, la alternativa 3 con el pico de descarga de 2,000 m³/s se seleccionó como inundación de diseño para las medidas estructurales. El período de retorno correspondiente es de 15 años.

Tabla 4.3 Comparación de las Descargas de Inundaciones de Diseño Alternativo

No	Q (m ³ /s)	Período de Retorno (año)	Excavación (m ³)	Adquisición de Terreno	Evaluación Total
1	1,000	1	320,000	Preparada	
2	1,500	5	520,000	Preparada	
3	2,000	15	750,000	Preparada	X
4	2,500	35	920,000	Difícil	
5	3,000	80	1,420,000	Difícil	

4.2.2 PLAN DE MEJORA DEL RÍO PARA EL RÍO CHOLUTECA

(1) Generalidades

El Plan de mejora del río para el río Choluteca está compuesto de los siguientes ítems;

- Excavación de lecho del río L = 7 km, V =750,000 m³
- Ampliación del río L = 200 m (con pilotes de hormigón)
- Construcción de muro de contención L = 9 km
- Construcción de Dique L = 3 km
- Reconstrucción de puente 1 puente

Cada ítem se explica a continuación.

(2) Excavación de Lecho del Río

La excavación se planeó para obtener la sección transversal y perfil requerido para el río. Sin embargo, en el río abajo entre el número 0 y el número 27 (aproximadamente 3 km) fue eliminado de este trabajo ya que no hay viviendas o terrenos agrícolas a proteger en el área. Por lo tanto, la excavación de lecho del río se planeó para el número 27 a número 93. El largo total del río para el trabajo es de aproximadamente 7 km y el volumen de excavación total es de 750,000 m³, de los cuales 40,000 m³ es excavación en roca.

El material excavado se planea ser acarreado aguas abajo del río para rellenar a lo largo del río Choluteca. En ese lugar, el río forma un valle ancho y la acumulación de tierra no producirá ningún efecto adverso sobre las inundaciones en aguas arribas.

(3) Ampliación del Ancho del Río en Berrinche

El único lugar donde la ampliación del río es necesaria es la vecindad del deslizamiento de Berrinche. El ancho requerido para acomodar las inundaciones de diseño es de 61 metros y son necesarios 40 metros de ampliación adicional. El largo total de ampliación del río a lo largo del río es de aproximadamente 200 m metros y el volumen de excavación es de 50,000 m³.

Se propuso la obra de prevención de deslizamiento con el fin de no inestabilizar el bloque de deslizamiento de Berrinche en la operación de la excavación del río. Esta obra de prevención de deslizamiento es para bloques de deslizamiento de pequeña escala a lo largo del río. (Consulte 4.3.3) En este proyecto de Plan Maestro, los trabajos de relleno de contrapeso (C45-C46.5) y los de pilotes (C46.5-C50) fueron planeados para prevenir la desestabilización del banco izquierdo del Río Choluteca. El diámetro de pilote de hormigón son 3.0 m y el largo promedio de pilote es 16 m. El pilote de hormigón se planea construir con un intervalo a lo largo del río en 400 m y el número total de pilotes son 52. El volumen del relleno de contrapeso es 40,000 m³. La distribución de las estructuras se muestra en la *Figura 4.5*.

El lado derecho del río se planea proteger con un muro vertical con anclas de tierra para minimizar el área de adquisición del terreno.

(4) Muro de Contención

El muro de contención a lo largo del río es necesario para estabilizar el banco contra erosión y para prevenir intrusión adicional de las casas en la área del río. Se planea una estructura de muro de contención de mampostería que es una práctica común en Tegucigalpa. La altura de la estructura es 8 m. El largo total de estructura a lo largo del río es 9km.

(5) Dique

Conforme a la simulación hidráulica, hay algunas partes a lo largo del río donde la elevación del terreno está baja y es necesario protegerlas con la construcción de un dique. La estructura propuesta son muros de parapeto de hormigón a lo largo del río con un largo de 3 km.

(6) Reemplazo del Puente

Como el actual Puente Mallol está obstaculizando el flujo de inundación debido a su estructura voluminosa, se planeó su reconstrucción de forma que la inundación se descargue corrientemente en ese punto. La posición del puente actual y del puente propuesto aparece en la *Figura 4.6*. El nuevo tipo propuesto fue tomado del Puente Carias río abajo del Puente Mallol.

Se discutió esta idea en la reunión con la contraparte así como en el comité ejecutivo y con el

Instituto Hondureño de Antropología e Historia. Se llegó a un acuerdo sobre la reconstrucción del puente pero se concluyó en que el nuevo tipo de puente debe seguirse discutiendo en una etapa posterior del proyecto, probablemente en la etapa de factibilidad cuando se haya hecho la evaluación de impacto ambiental.

4.2.3 PLAN DE CONTROL DE SEDIMENTOS

(1) Plan de Control de Erosión (Administración de Cuenca)

Cuando avanza la erosión de suelo en la cuenca y aumenta la cantidad de tierra y arena que entra en el río, se estropea el balance de entrada y salida de sedimentos en el río y se acumulan sedimentos en el río. Esto reduce secciones del río y la capacidad de descarga del río provocando daños de inundación. Por consiguiente, es una medida no estructural importante controlar la erosión de suelo en el lecho del río y estabilizar la morfología del río.

De las seis micro-cuencas con alto potencial de erosión de suelo, se seleccionó el Chiquito como micro-cuenca piloto para el proyecto de control de erosión en el Plan Maestro. Fue elegida esta micro-cuenca porque el potencial de erosión de suelo es alto y se esperan proyectos de desarrollo de nuevas viviendas en la cuenca.

Las medidas propuestas son forestación y construcción de la micro-presa Sabo. La propuesta aparece en la *Tabla 4.4*.

(2) Transporte de Sedimento en el Río

La capacidad de transporte de sedimentos se calculó para el largo del río tomando la configuración actual y la planeada del río. La capacidad se evaluó de acuerdo con la capacidad de transporte de sedimentos con una descarga máxima promedio anual de $1,000 \text{ m}^3/\text{s}$ y el sedimento modelo con un diámetro de $d_{60} = 30 \text{ mm}$.

El resultado del cálculo se muestra en la *Figura 4.7*. Se muestra que en el río actual, la capacidad de transporte de sedimentos es baja en el agua arriba del área de Berrinche donde la capacidad del río es muy baja. Por otra parte, en el perfil del río planeado, la capacidad de sedimento es uniforme a lo largo del río. Por consiguiente, la mejora de la capacidad de inundación del río también mejora la capacidad de transporte de sedimentos del río.

La variación del lecho del río se simuló mediante el modelo de sedimentos y la descarga máxima promedio anual para 100 años, del río planeado. El resultado se muestra en la *Figura 4.8*. Se muestra que la subida o bajada de lecho del río por el transporte de sedimento está dentro del alcance de 1 a 2 metros en 100 años. Quiere decir que el perfil del río planeado se mantiene sin dragado periódico.

4.2.4 PLAN DE MEJORA DEL RÍO PARA AFLUENTES

(1) Quebrada de Sapo

La quebrada de Sapo es una corriente afluyente izquierda pequeña que fluye en el Río Choluteca a C-50. El área colectora es de aproximadamente 3 km³. La capacidad de descarga de la porción de alcantarilla es 15 m³/s, el período de retorno es de alrededor de 50 años y su capacidad es suficiente para descargar la inundación de diseño.

Por consiguiente, el dragado del Río Choluteca y la exposición total de la salida recuperarán la capacidad de flujo de la quebrada de Sapo y resolverán el problema de inundación a lo largo del río. Sin embargo, es necesario prevenir la congestión de la salida de la alcantarilla por la basura y educar al pueblo y crear su conciencia a lo largo del río para preservar el curso del río. Asimismo necesario para los gobiernos municipales revisar la capacidad de alcantarilla periódicamente y mantenerla.

(2) Quebrada de Cacao

Escombros a lo largo del río son producidos por incidentes de varias masas de deslizamiento con un ancho de 60-250m y largo de 80-200m, y no es práctico adoptar alguna medida para detenerlo. Tampoco es práctico re-alinear el curso del río a través del reasentamiento de la gente. Por consiguiente, se propuso designar las áreas a lo largo del río como área de riesgo de flujo de escombros y promover el reasentamiento de la gente.

(3) Laguna del Pescado

Se propone mejorar la salida de la Laguna del Pescado para prevenir deslizamientos adicionales, evitar que se llene la salida y se colapse la presa natural. El concepto de mejora de la salida se muestra en la *Figura 4.9*.

4.2.5 PRONÓSTICO DE INUNDACIÓN/ALERTA/EVACUACIÓN

COPECO, CODEM y SERNA están trabajando para preparar un sistema de pronóstico y alerta de inundación en Tegucigalpa con la ayuda de USAID y el Banco Mundial. Se ha establecido un buen concepto del sistema y sólo se hacen algunas recomendaciones en este Plan Maestro como sigue;

- Se recomienda instalar tres estaciones adicionales para medir lluvias/nivel del agua con sistema telemétrico, como suplemento a la actual red de observaciones. Es porque el sistema actual cubre toda la cuenca del río Choluteca y la distribución de la densidad de estaciones observatorias en el Área de Estudio no es suficiente.
- Reorganizar las instituciones/organizaciones para el pronóstico/alerta/evacuación de Tegucigalpa para que CODEM tenga un papel más importante en el trabajo.

La ubicación de las nuevas estaciones de observación propuestas y el sistema propuesto aparecen en las *Figuras 4.10* y *4.11*.

A través de la implementación de la propuesta, será posible obtener datos más precisos de precipitación y descarga en el Área de Estudio, asimismo para CODEM actuar con mayor prontitud para enfrentar las emergencias de inundación.

COPECO está preparando un plan de emergencia detallado para los desastres naturales incluyendo un plan de evacuación. Para su referencia, se preparó un plan de evacuación básico basándose en la simulación de inundación de este Estudio. La *Tabla 4.5* y la *Figura 4.12* muestran el destino de evacuación de cada área de inundación probable cuando vuelva a

producirse una tormenta de la escala del Huracán Mitch.

4.2.6 MAPA DE AMENAZA DE INUNDACIÓN

Se preparó el mapa de amenaza de inundación para las tormentas de escala de 5, 10, 25 y 50 años, como se presentan en la *Figura 4.13*. Este mapa de amenaza muestra la situación sin proyecto (sin medidas estructurales). El área de inundación con proyectos aparece en la *Figura 4.14*. Este mapa debe ser utilizado para educar y enseñar a la gente a tener conciencia sobre el peligro de inundación.

Para el método de publicación del mapa de amenaza, se propone lo siguiente;

- Preparar un folleto simple con una versión simplificada del mapa de amenaza para distribuir a todas las comunidades de la ciudad.
- Preparar un mapa de amenaza a gran escala (1/10,000) y distribuir a los líderes de la comunidad en áreas peligrosas.
- Preparar un mapa de amenaza a gran escala y dejarlo en las oficinas municipales para que pueda ser estudiado por todos los interesados.
- Crear una versión digital del mapa de amenaza y publicarlo en el sitio oficial de Internet del gobierno de Honduras. El sitio de Internet de COPECO es un candidato apropiado.

4.2.7 REGULACIÓN DE USO DE SUELO

Se volvió a hacer una simulación hidráulica para visualizar el área de inundación esperada por una tormenta de la escala del Huracán Mitch con el proyecto estructural del Plan Maestro.

La *Figura 4.14* muestra el resultado de la simulación con el área de reserva del río. Según la superposición del mapa en el mapa base del área, se encontró que el número total de hogares afectados por la inundación son 1,700. Están distribuidos a lo largo del río y al comparar con el área designada para preservación del río de 100 m, la mayoría está dentro del área designada.

Por lo tanto, se considera que ese Estudio del Plan Maestro agrega al decreto de 1997 un nuevo significado desde el punto de vista de prevención de desastres por inundación. Se propone que el decreto del área de reserva del río impuesto en 1997 debe aplicarse estrictamente para eliminar todas las estructuras dentro del límite en un largo plazo.

El METROPLAN, el departamento de planeamiento del gobierno municipal, está a cargo de la zonificación y planeamiento del uso de suelo dentro del territorio del gobierno municipal. Se recomienda referirse siempre al mapa de amenaza de inundación cuando se prepare una nueva zonificación y plan de uso de suelo.

En el Estudio se preparó el plan de uso de suelo del Área objeto a base de la siguiente política teniendo en cuenta las áreas peligrosas de deslizamiento y derrumbamiento de talud tal como se describe posteriormente;

- Se estableció un área de reserva del río a lo largo del Río Choluteca con un ancho de 100 m y no se permite construir estructuras.
- El futuro aumento de la población y su reasentamiento se distribuye en áreas vacías sin peligro de deslizamiento de tierra o inundación, y
- Se consultan las solicitudes de desarrollo de viviendas entregadas actualmente al gobierno municipal.

La proyección de futuro uso de suelo aparece en la *Tabla 4.6* y *Figura 4.15*.

Tabla 4.6 Futuro Uso de Suelo en el Área Objeto

Categoría de uso de suelo	(há)	Porcentaje
Comercial	311.3	3.0%
Área de protocolo y negocios	27.5	0.3%
Instalaciones públicas	124.2	1.2%
Residencial: R-1 a R-5	3,244.1	31.0%
Área industrial	135.1	1.3%
Instalaciones militares	130.6	1.2%
Aeropuerto	58.8	0.6%
Carreteras y calles	1,782.6	17.0%
Parques y áreas verdes	210.6	2.0%
Área verde prevención de desastres	2,163.1	20.6%
Cementerio	25.4	0.2%
Campo de deportes	51.6	0.5%
Bosques y arbustos	543.9	5.2%
Área de reserva del río	380.1	3.6%
Reserva	46.1	0.4%
Espacio vacío	1251.0	11.9%
Total	10,486.0	100.00%

Clasificación de área residencial	Área (ha)	Porcentaje
R-1: Residencial 250 hab/há	2,427.9	74.8%
R-2: Residencial 400 hab/há	527.6	16.3%
R-3: Residencial 500 hab/há	143.7	4.4%
R-4: Residencial 800 hab/há	117.4	3.6%
R-5: Residencial > 800 hab/há	27.5	0.9%
Total	3,244.1	100.0%

Nota: La clasificación de área residencial se basa en los actuales criterios de planeamiento por el Metroplan de Municipalidad.

4.2.8 APLICACIÓN DEL CÓDIGO DE ESTRUCTURAS

COPECO está trabajando en la revisión del código de estructuras teniendo en cuenta los daños del Huracán Mitch. El trabajo de revisión todavía no se terminó y no puede incluirse en este Plan Maestro. Por lo tanto, en este plan se propone un ejemplo de aplicación de un código de estructuras para discusiones adiciones en el futuro.

La *Figura 4.16* muestra el mapa de inundación simulado en el área central de la ciudad por una tormenta de la escala del huracán Mitch. Muestra la profundidad de la inundación en una tormenta de la escala del Huracán Mitch con el proyecto estructural de mejora del río del Plan Maestro.

Basado en este mapa de inundación, se propuso un ejemplo de aplicación del código de estructuras. En la figura se proponen 3 zonas. Una es el área de reserva del río donde no es permitido construir casas. Otra es la zona donde las estructuras nuevas deben tener un nivel de piso 1 m más alto que el nivel del suelo y el resto es el área donde el nivel del piso debe ser de 0.5 a 1 m más alto que el nivel del suelo. Las zonas donde el código estructural está aplicado aparecen en el Apoyo-J.

4.3 PLAN DE MITIGACIÓN DE DAÑOS POR DESLIZAMIENTO DE TIERRA

4.3.1 GENERALIDADES

Considerando que el área es grande y hay una proporción grande de la población afectada por el deslizamiento incluyendo derrumbamientos de talud, la parte central del plan debería ser no estructural.

Entre las distintas medidas no estructurales contra daño por deslizamiento, la forma más efectiva y permanente es el reasentamiento permanente de casas desde las áreas peligrosas. Sin embargo, el número de familias en esas áreas es tan grande que no es realista hacer un plan de reasentamiento contando con la esperanza de recibir préstamos extranjeros. Por

consiguiente, la medida no estructural se compone de la estrategia de largo plazo y la de corto plazo. La estrategia de largo plazo consiste en reasentar a la gente de las áreas peligrosas y prohibir la construcción de nuevas casas en dichas zonas por medio de la publicación del mapa de riesgo, educación, enseñanza de residentes y regulación de uso de suelo basándose en el mapa de riesgo. La estrategia de corto plazo es pronóstico, alerta y evacuación.

Para las medidas estructurales, se seleccionaron tres bloques de deslizamiento de los diecisiete bloques de deslizamiento de categoría A. Estos bloques pertenecen a Berrinche, Reparto y Bambú. Para los otros catorce bloques de deslizamiento de categoría A y todas las áreas peligrosas de derrumbamientos de talud se planea utilizar medidas no estructurales.

4.3.2 SELECCIÓN DE BLOQUES DE DESLIZAMIENTOS PARA MEDIDAS ESTRUCTURALES

La *Tabla 4.7* muestra todos los bloques de deslizamientos de categoría A con el número de los hogares afectados, las contramedidas posibles y el número de hogares a reubicar para las contramedidas. De acuerdo con la tabla, será difícil aplicar medidas estructurales a la mayoría de los bloques, porque un gran número de casas están ubicadas en las mismas masas de deslizamiento y es inevitable la reubicación de casas para la implementación de los trabajos de ingeniería civil. Por otra parte, en el caso de Berrinche, Reparto y Bambú, el número de hogares a reubicar es cero o muy poco.

Para el deslizamiento de Berrinche son imprescindibles las medidas estructurales ya que el movimiento del bloque puede volver a cerrar el flujo del Río Choluteca, causando inundación en el centro de la ciudad. Afortunadamente todas las casas fueron evacuadas del posible área de trabajos estructurales y no hay necesidad de reubicación de casas.

En el caso de Reparto, todavía hay casas en la masa de deslizamiento y será necesario reubicar algunas casas pero son pocas.

El caso de Bambú no requiere reubicar casas para los trabajos de ingeniería aunque el número de casas afectadas es muy grande.

Debido a las razones arriba mencionadas se seleccionaron Berrinche, Reparto y Bambú como bloques planeados con medidas estructurales.

4.3.3 INSTALACIONES PARA LA PREVENCIÓN DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA

(1) Berrinche

El deslizamiento de Berrinche es un deslizamiento de gran escala que tiene un ancho de 400 m y un largo de 800 m, teniendo un volumen de 3 millones m³. El análisis de mecanismo del deslizamiento se hizo en la etapa del estudio de factibilidad y se describe en el Capítulo 6. Los deslizamientos están clasificados en los de escala grande y de pequeña a lo largo del río Choluteca.

Las ideas básicas de las contramedidas de deslizamiento son las siguientes;

- Prevenir la filtración de aguas de lluvia en las masas de deslizamiento.
- Eliminar el agua subterránea en las masas de deslizamiento.
- Reducir la potencia impulsora de deslizamiento con la eliminación de la cabeza de las masas de deslizamiento.
- Aumentar la resistencia contra deslizamiento a través de la aplicación de relleno de

contrapeso y las obras de terraplén disuasorio (pilotes y anclaje)

En el caso de Berrinche, las instalaciones planeadas son las siguientes;

- Terraplén
- Eliminación del suelo
- Drenaje de la superficie
- Drenaje de sub-superficie
- Drenaje de pozo
- Drenaje de perforación horizontal
- Pilotes de hormigón

El mapa de ubicación de las instalaciones está en la *Figura 4.17*.

(2) Reparto

El deslizamiento de Reparto fue 200 m de largo y 150 m de ancho. El análisis de mecanismo del deslizamiento se hizo en la etapa del estudio de factibilidad y se describe en el Capítulo 6.

Las ideas básicas de la prevención de deslizamiento son las siguientes;

- Prevenir la filtración de aguas de lluvia en las masas de deslizamiento.
- Eliminar el agua subterránea en las masas de deslizamiento.
- Reducir la potencia impulsora de deslizamiento con la eliminación de la cabeza de las masas de deslizamiento.

Las instalaciones planeadas son las siguientes:

- Eliminación del suelo
- Drenaje de la superficie
- Drenaje de sub-superficie
- Drenaje de pozo

La ubicación y los ítems de medidas estructurales en Reparto se muestran en la *Figura 4.18*.

(3) Bambú

Tiene 180m de ancho, 250m de largo y 5 a 15m de espesor.

Las ideas básicas de la prevención de deslizamiento son las siguientes;

- Prevenir la filtración de aguas de lluvia en las masas de deslizamiento.
- Hacer descargar la corriente del río rápidamente hacia el curso abajo sin causar erosión de las masas de deslizamiento.

Las medidas de prevención de deslizamiento son las siguientes:

- Canal abierto
- Obra de gaviones

La *Figura 4.19* muestra la ubicación de trabajos civiles.

4.3.4 MAPA DE AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA Y DE DERRUMBAMIENTO DE TALUD

Se preparó un mapa de amenaza de deslizamientos que muestra el área de riesgo en términos de deslizamiento y derrumbamientos de talud por lluvias con una escala del Huracán Mitch. (Consulte la *Figura 2.26*) Este mapa de amenaza muestra la situación sin proyecto incluyendo Berrinche, Reparto y Bambú. Este mapa debe utilizarse para educar y enseñar a la gente, para que tengan conciencia del peligro de un deslizamiento. El método de publicación del mapa debe ser el mismo que el caso de 4.2.6 Mapa de Amenaza de Inundación.

4.3.5 PROMOCIÓN DEL REASENTAMIENTO

El número total de hogares con el riesgo de deslizamiento de tierra y derrumbamiento de talud en el área se estima en 26,500. Con las medidas estructurales sólo se salvan 800 del riesgo de deslizamiento y el resto debe solucionarse con medidas no estructurales.

Es muy difícil y poco realista hacer un reasentamiento de gran escala de áreas peligrosas a lugares seguros en un corto plazo. La idea realista es prohibir el desarrollo de viviendas adicionales en áreas peligrosas controlando los permisos de desarrollo por METROPLAN.

En el Plan Maestro se planearon tomar algunos bloques de deslizamiento especiales como proyecto piloto de reasentamiento. Los proyectos piloto son para bloques de deslizamiento donde el riesgo es alto y el reasentamiento es urgente. Se seleccionaron Nueva Esperanza y Zapote Centro. El número total de familias a reasentar es de aproximadamente 200.

El proceso de reasentamiento debe promoverse de la siguiente forma:

- Preparación de un mapa de riesgo
- Publicación del mapa de riesgo para la gente que vive en áreas de riesgo
- Educación y enseñanza de los residentes en las áreas
- Preparación del terreno de las áreas de destino de reasentamiento
- Preparación de servicios públicos para el destino de reasentamiento
- Promoción de nuevos empleos para la gente que se va a reasentar
- Reasentamiento de la gente
- Consulta y cuidado de la gente reasentada

4.3.6 REGLAMENTACIÓN DE USO DE SUELO

Basándose en el mapa de riesgo preparado, debe aplicarse estrictamente el reglamento de uso de suelo. Como es muy difícil desalojar a la gente y reasentarla en algún otro lugar, lo importante es evitar el desarrollo de viviendas en áreas peligrosas. El mapa de amenaza presenta el área de riesgo sin ninguna medida estructural. Por consiguiente, será posible excluir del mapa de amenaza las 3 áreas de Berrinche, Reparto y Bambú, excepto las masas de deslizamiento en sí después de completar las medidas estructurales.

El METROPLAN, que está a cargo de la reglamentación de uso de suelo en la ciudad, debe hacer un plan de uso de suelo apropiado refiriéndose al mapa de amenaza preparado en el Estudio.

En el Estudio, la propuesta sobre la reglamentación de uso de suelo es la siguiente;

- El bloque de categoría A de áreas de riesgo de deslizamiento se define como “área verde de prevención de desastres” donde no se permiten casas, y

- Todas las áreas de riesgo de derrumbamiento de talud se definen como “área verde de prevención de desastres” donde no se permiten casas.

Basado en esta propuesta, se preparó un plan de futuro uso del suelo y aparece en la *Figura 4.26*. Este mapa muestra una situación ideal donde todas las áreas peligrosas se hayan convertido en "área verde de desastres" después de haber reubicado todas las casas en las áreas peligrosas.

4.3.7 PRONÓSTICO/ALERTA/EVACUACIÓN

(1) Selección del Destino de la Evacuación

COPECO está preparando un plan de emergencia detallado para hacer frente a desastres naturales incluyendo el plan de evacuación. Ante la selección de lugares de refugio, hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Número de refugiados supuestos (Número de personas a acoger) de cada bloque de deslizamiento
- Capacidad de asilo de los lugares de refugio
- Seguridad de la ruta de evacuación
- Seguridad de los refugios contra los deslizamientos e inundaciones
- Estructura de edificios de refugio
- Transporte de material de emergencia a los refugios

La *Tabla 4.7* muestra el número supuesto de casas dañadas en cada bloque de deslizamiento y la *Tabla 4.8*, la ubicación de áreas de refugio en la cercanía. Esta Información debe servir de referencia para la selección de destinos apropiados.

(2) Pronóstico/Alerta por Cantidad de Lluvias y otra información

La información fundamental para el pronóstico de la alerta de deslizamiento y derrumbamiento de talud consiste en; (1) síntomas, (2) velocidad de movimiento de superficie de suelo y (3) precipitación.

Síntomas

En el caso de deslizamientos o derrumbamientos de talud, frecuentemente, hay algunos síntomas observados por la gente que vive en el área antes de que se produzca un gran movimiento de tierra y rocas. Los fenómenos comunes son los siguientes.

- Desarrollo de grietas o ruidos del suelo
- Desarrollo de grietas en estructuras
- Repentina caída de agua del pozo o aparición de nuevos manantiales
- Vibración del suelo o sonido de la tierra

Hay que tener en cuenta que los derrumbamiento de talud pueden ocurrir sin ninguno de los síntomas arriba mencionados.

Un manual de alerta debe ser preparado basándose en los ítems arriba mencionados.

Velocidad de movimiento de superficie de suelo

La medición de velocidad de movimiento de superficie de suelo es un método directo y el más confiable. Los instrumentos medidores de velocidad de movimiento de superficie de suelo son los siguientes:

- Extensómetro de suelo
- Inclínómetro de suelo
- Agrimensura (levantamiento topográfico, medición por GPS)

Un ejemplo de valores límite de monitoreo es el siguiente:

- Movimiento de 1mm/hora por más de 3 horas: preparación de alerta
- Movimiento de más de 4mm/hora: Evacuación

Precipitación

Se considera que el sistema de alerta que utiliza los datos de precipitaciones es el método más práctico. Sin embargo, el valor límite de cantidad de lluvias relacionado con el movimiento de cada masa de tierra no está determinado en esta etapa ya que no hay suficiente información acumulada. Por lo tanto, se recomienda instalar un sistema de observación de lluvias en el área y recoger información precisa que pueda relacionar el movimiento de tierra con la cantidad de lluvias en el área. Por ahora, se fijan valores tentativos conservadores para la alerta. Según los ejemplos en Japón hasta la fecha, la precipitación de 10-20mm/hora y la precipitación acumulada y continua de 50mm es un valor límite común para dar alerta de evacuación.

Actualmente no hay tal sistema en funcionamiento pero el CODEM está elaborando un plan. En este Plan Maestro se propone el sistema de alerta de deslizamientos mediante estaciones de medición de precipitaciones, basándose en la discusión con CODEM. La *Figura 4.20* muestra el mapa de ubicación de las estaciones de observación de precipitaciones.

4.4 OTRAS MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

4.4.1 EDUCACIÓN/ENSEÑANZA Y CAPACITACIÓN

Se preparó un plan de educación/enseñanza y capacitación con dos propósitos: refuerzo de capacidad de los oficiales relacionados y educación del público sobre desastres naturales. El refuerzo de capacidad se realizará a las autoridades del gobierno, personal educativo/maestros y líderes de la comunidad a cargo de la prevención de desastres y se implementará la educación pública para todos los residentes.

Educación/Enseñanza/Capacitación tiene el siguiente contenido:

- Educación/Enseñanza a los encargados de prevención de desastres (refuerzo de la capacidad)
- Educación/Enseñanza a los educadores escolares (transferencia sistemática de conocimientos de desastres)
- Educación/Enseñanza a los encargados de planificación urbana (Plan urbano con el punto de vista de prevención de desastres)
- Educación/Enseñanza al público (conocimientos de lugares peligrosos, síntomas de desastres y cómo actuar en caso de emergencia)

4.4.2 SISTEMA DE INFORMACIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE DESASTRES

El cuello de botellas de las actividades de prevención de desastres es el gran número de organizaciones involucradas en la toma de decisiones e implementación del plan. El primer paso para una buena coordinación entre las agencias relacionadas es compartir información idéntica sobre la prevención de desastres.

Sobre la base de esta idea, se propuso un sistema de información de administración de desastres como un sistema para compartir información entre las agencias relacionadas. El sistema se compone de una combinación de un hardware y la organización. El hardware se compone de instrumentos para recoger, procesar y compartir información de estaciones de medición de nivel del agua, sistema telemétrico, computadora y fibras ópticas entre otros. La organización creada es la que hará funcionar el sistema. La *Figura 4.21* muestra el flujo de la información sobre desastres.

Se propone que COPECO, encargado de administración de información de desastres nacionales, se haga responsable de la administración del sistema. Las organizaciones a conectar al sistema son todas las contrapartes del Estudio (SOPTRAVI, SETCO, COPECO, SANAA, SERNA, AMDC), además de COHDEFOR, ENEE, etc.

4.5 PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

4.5.1 INSTALACIONES DEL RÍO

Tal como se describió antes, no es necesario realizar dragado constante del lecho del río para mantener el perfil del río planeado. En este Plan Maestro, el período diseñado de retorno de inundación es de 15 años, por tanto se considera que el agua de inundación sobrepasa el dique en cada 15 años. Por consiguiente, el plan de mantenimiento es para reparar las estructuras cada 15 años.

Es importante mantener el flujo del río de afluentes pequeños eliminando la basura del curso del río. Este trabajo será realizado por la oficina municipal.

Para cada trabajo de anclaje para la ampliación del río, será necesario revisar la función de anclaje después de experimentar una gran fuerza por una inundación de gran escala o por el estilo, y puede ser necesario re-imponer el pre-tensado en caso de que se observe alguna pérdida de tensión.

4.5.2 INSTALACIONES PARA LA PREVENCIÓN DE DESLIZAMIENTO

Es importante mantener la función de drenaje para la prevención del deslizamiento. Los canales y zanjas deberían dragarse constantemente para mantener la capacidad de drenaje de las instalaciones. Para el mantenimiento de las instalaciones, es necesario para la gente que vive en el área entender la importancia de las instalaciones. Se propone que los residentes se encarguen del mantenimiento de las instalaciones.

4.5.3 INSTALACIONES DE OBSERVACIÓN

Actualmente, el mantenimiento de las estaciones de medición de precipitación, estaciones de medición de nivel de agua con telémetros está a cargo de SERNA. Asimismo los inclinómetros y piezómetros en Berrinche están mantenidos por SERNA. Después de completar la instalación de los equipos de monitoreo propuestos en el presente Estudio, se propone que las agencias relacionadas mantengan discusiones y combinen la operación de mantenimiento.

El mantenimiento de las instalaciones de monitoreo se compone de la protección del vandalismo/ inspección diaria y revisión periódica especializada y medición de las instalaciones. La primera parte del trabajo será encargada a representantes de los residentes y la última parte del trabajo puede ser terminada por ingenieros profesionales de agencias relacionadas gubernamentales.

(1) Estaciones de Medición de Precipitaciones

Es importante el mantenimiento de las estaciones de medición de precipitaciones para obtener un valor preciso de las lluvias. Las estaciones deben estar ubicadas en un lugar donde no haya interrupción de la lluvia por quedar atrapada en los árboles. Los árboles y arbustos alrededor de las estaciones deben cortarse y eliminar constantemente. El equipo de medición y el equipo de transmisión deben inspeccionarse periódicamente para que no haya error de medición y transmisión de datos.

(2) Estación de Medición de Nivel de Agua

La estación medidora de nivel de agua utiliza frecuentemente un medidor de presión automático por poros. Es necesario verificar las condiciones de instalación del medidor para que el equipo esté detectando el nivel de agua preciso. Un constante reconocimiento de sección transversal y medición periódica de la descarga son esenciales para obtener una relación precisa entre el nivel de agua y la descarga.

(3) Instrumentos de Observación de Deslizamientos de Tierra

Los instrumentos de observación de deslizamientos son inclinómetros y medidores de presión por poros. SERNA está a cargo de la medición de equipos instalados por el Cuerpo de Ingenieros en Berrinche. Los instrumentos de observación instalados en este Estudio se deben mantener y observarse por SOPTRAVI. Los datos de observación obtenidos por distintas organización deben compartirse por las agencias relacionadas, a través del sistema de información de administración de desastres propuesto.

Serán mantenidos los pozos de drenaje para que la función de drenaje se mantenga por la perforación adicional o el lavado del hoyo, en caso de que se produzca la obstrucción. La carga impuesta a los pilotes y la deformación de los mismos deben ser monitoreadas con la instalación de medidor de distorsión, medidor de varillas de acero, inclinómetro, manómetro de suelo para monitorear. En caso de que sea acumulada la deformación, será necesario planear medidas adicionales.

4.6 PLAN DE ORGANIZACIÓN

4.6.1 PLAN DE ORGANIZACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES

En general, un Plan Maestro integrado de prevención de desastres está compuesto de un “plan de preparación de desastres”, “plan de acción de emergencias” y “plan de rehabilitación”. Este Plan Maestro es básicamente un “plan de preparación de desastres”.

Sin embargo, en el plan de organización del estudio, se estudiaron también la organización para el plan de acción de emergencia y la organización para el plan de rehabilitación. Se discutió en el taller participativo con el equipo de contraparte y fueron tratados algunos ejemplos del Plan Maestro de prevención de desastres integrado de municipios en Japón.

Las *Tablas 4.9 a 4.11* muestran el plan de organización para cada etapa del “plan de preparación de desastres”, “el plan de acción de emergencias” y “el plan de rehabilitación”.

Para que funcione el trabajo mencionado arriba tal como se planeó, es necesario estar de acuerdo en un plan de coordinación entre las agencias involucradas. El plan de coordinación para cada una de las etapas anteriores aparece en la *Figura 4.22*.

4.6.2 PLAN DE ORGANIZACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN MAESTRO

Todas las actividades relacionadas con desastres deben planearse de acuerdo con la organización propuesta tal como se describe en 4.6.1. En consecuencia, la organización para la implementación del Plan Maestro es la siguiente;

(1) Coordinación General

Como este es un proyecto interministerial es necesaria una entidad a cargo de la coordinación general. Se propone CODEM-DC como organización inter-institucional más apropiada para la mitigación de desastres en el área Metropolitana. El comité ejecutivo del Estudio comentó sobre esta propuesta en el borrador del informe final, indicando que debe formarse un nuevo comité ejecutivo compuesto por todas las agencias contraparte para este trabajo de coordinación general. El establecimiento de la organización para la implementación del proyecto debe seguirse discutiendo por la parte hondureña de ahora en adelante.

(2) Medidas Estructurales para el Control de Inundación

Esta parte del Plan debe tener a AMDC como organizador con la cooperación de otra organización relacionada, especialmente SOPTRAVI, que tiene una larga historia de experiencia en trabajos de mejora del río a través del país. Tienen suficiente personal técnico y equipos para la implementación de proyectos. Actualmente, SOPTRAVI está a cargo del mismo tipo de proyectos, tales como la rehabilitación/reconstrucción de estructuras de control de inundación y prevención de desastres dañados por el Huracán Mitch en el Plan de Reconstrucción Nacional en curso.

(3) Medidas Estructurales de Prevención de Deslizamientos de Tierra

Esta parte del Plan debe tener a AMDC como organizador con la cooperación de otra organización relacionada, especialmente SERNA ya que ha trabajado para el problema del deslizamiento de Berrinche desde que empezó, durante el Huracán Mitch. Como carecen de experiencia en trabajos de ingeniería de gran escala, es necesario colaborar con SOPTRAVI en la implementación de los proyectos.

(4) Manejo de Cuenca

El manejo de cuenca debe tener a AMDC como organizador con la cooperación de otra organización relacionada, especialmente SANAA, SERNA y COHDEFOR.

(5) Plan de Uso de suelo (incluyendo el Reglamento de Uso de suelo, Reasentamiento y Códigos Estructurales)

El plan de uso de suelo debe ser tener a AMDC como organizador con la colaboración de COPECO/CODEM-DC.

(6) Preparación y Publicación del Mapa de Riesgo

La preparación y publicación del Mapa de Riesgo debe tener a CODEM-DC como organizador con la colaboración de COPECO, SOPTRAVI y SERNA.

(7) Educación/Enseñanza

La educación/enseñanza de la gente debe tener a CODEM-DC como encargado ya que han preparado un programa de educación/enseñanza y capacitación con la cooperación de COPECO.

(8) Pronóstico/Alerta/Evacuación

El pronóstico, alerta y evacuación de la gente debe estar a cargo de COPECO y CODEM-DC

como organización regional de COPECO con la colaboración de SERNA y el Servicio de Meteorología Nacional (SMN). Este Plan Maestro propone un papel más importante para CODEM.

4.7 ESTIMACIÓN DE COSTO

4.7.1 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

El costo de construcción de las obras civiles se estimará a través del cálculo del volumen de trabajo y el cálculo de precios unitarios de cada ítem de trabajo. El resultado de la estimación del costo se muestra en la *Tabla 4.12*.

4.7.2 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El costo de operación y mantenimiento del proyecto del Plan Maestro fue estimado proporcionalmente al costo de construcción de cada ítem considerando la naturaleza del proyecto. Se asignó un 0.5 % de costo de la construcción como costo de mantenimiento anual para los trabajos del río excepto el dragado.

Para las estructuras del río, el costo de reemplazo del muro de contención y dique fue considerado tomando el 10 % de costo de la construcción una vez cada 15 años.

El costo de mantenimiento para el sistema de alerta y sistema de información de administración de desastre fue incluido en el plan tomando el 0.5 % de costo de la instalación y costo del reemplazo una vez cada 10 años.

4.8 PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

El programa de implementación para el proyecto de Plan Maestro fue preparado para terminar todos los programas para el año objetivo de 2015. El programa de implementación se muestra en la *Tabla 4.13*.

4.9 SELECCIÓN DE PROYECTOS PRIORITARIOS

4.9.1 GENERALIDAD

Entre los Proyectos del Plan Maestro, se seleccionaron Proyectos Prioritarios para el Estudio de Factibilidad. Se hizo la selección de los Proyectos Prioritarios en base a los criterios prefijados y mediante discusiones con los miembros del equipo de contraparte así como el comité ejecutivo de la parte hondureña.

Como resultado, una parte de las medidas estructurales de reducción de daños por inundación, todas las medidas estructurales de reducción de daños por deslizamiento y una parte de las medidas no estructurales se seleccionaron como Proyectos Prioritarios.

4.9.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA PROYECTO(S) PRIORITARIO(S)

Los criterios de selección para los Proyectos Prioritarios son los siguientes;

- Importancia
- Urgencia
- Consecuencias inmediatas
- Economía

4.9.3 MEDIDAS ESTRUCTURALES DE MITIGACIÓN DE DAÑOS POR INUNDACIÓN

En términos de prevención de daños por inundación, la causa principal del problema es el cuello de botella del canal principal en la localidad de Berrinche y la gran cantidad de sedimentos producidos por el cuello de botella. Por lo tanto, la ampliación del Río Choluteca adyacente al deslizamiento de Berrinche es el proyecto más importante. El siguiente proyecto importante es la eliminación de una gran cantidad de sedimentos con la combinación de construcción de muros de contención y diques. La reconstrucción del puente Mallol es menos importante en términos del efecto de la capacidad de descarga del río. La mejora de la Laguna del Pescado también es importante considerando su gran impacto sobre la inundación río abajo.

En término de urgencia, la excavación del río Choluteca tiene la mayor prioridad, ya que la falta de capacidad de flujo del Río Choluteca en la parte central de la ciudad deteriora el factor de seguridad de la capital contra inundaciones. La excavación del río es también crítica para resolver el problema de desbordamiento a lo largo de la quebrada de Sapo que ocurre casi cada año. Los demás proyectos tienen relativamente baja urgencia.

Una consecuencia inmediata para los problemas se logrará para todas las medidas estructurales excepto la reconstrucción del Puente Mallol donde es necesario una discusión de largo plazo. Se excluyó la reconstrucción del Puente Mallol de los Proyectos Prioritarios ya que es menos importante y la aclaración de los temas ambientales tomará mucho tiempo.

La justificación económica debe considerar el área a salvar de la inundación después de completar los proyectos.

Por lo tanto, se seleccionaron como Proyectos Prioritarios, “ampliación del río en Berrinche”, “excavación del río”, “construcción de una parte de muro de contención/dique” y “mejora de la salida de la Laguna del Pescado”. Con el fin de determinar la extensión de la construcción de muro de contención/dique, se preparó un área de inundación a lo largo del río Choluteca por una inundación de escala de 15 años. La *Figura 4.23* presenta el área de inundación. Según la figura, el área entre C40 y C60 es un área de inundación donde la densidad de población es alta. Por consiguiente, C40-C60 fue seleccionado como proyecto prioritario para la construcción de muro de contención/dique.

Se propuso la construcción de muros de contención para el tramo entre C40 y C52 cercanos al deslizamiento de Berrinche para que no se vuelva inestable por la erosión. Otra serie de muros de contención fue propuesta entre C56 y C60, donde es tan baja la altitud del suelo en la parte interior del dique que se quedará inundado por una inundación de 15-años sin diques. También se propuso el refuerzo del pie del contrafuerte del río por gaviones entre C32-C40 y C60- C77, donde no se propone muro de contención y están edificadas casas muy cerca del curso del río.

Mejora del Río Choluteca

- Ampliación del ancho del río en Berrinche 200 m
- Una parte de la excavación del lecho del río $V=C23 - C93$; 750,000 m³
- Una parte de la construcción del muro de contención L= 3 km
- Una parte de la construcción del dique L= 1 km

4.9.4 MEDIDAS ESTRUCTURALES DE MITIGACIÓN DE DAÑOS POR DESLIZAMIENTO

En términos de la prevención de desastres por deslizamiento de tierra, el componente más importante del Plan Maestro son las medidas no estructurales, ya que la mayoría de las masas de deslizamiento o área de talud empinado donde vive un enorme número de personas que no pueden resolverse con medidas estructurales.

Sin embargo, la medida no estructura más efectiva, es decir el reasentamiento no puede lograrse rápidamente y es necesario resolver el problema con medidas estructurales. Tres bloques de deslizamiento en el Plan Maestro son todos urgentes porque el riesgo es grande. Las medidas estructurales propuestas en el Plan Maestro son rápidas en el sentido que hay poca necesidad de reasentamiento de casas.

La justificación económica se hace contando el número de casas salvadas del peligro de deslizamiento las mediante medidas estructurales.

Los lugares para los Proyectos Prioritarios propuestos son los siguientes;

- Berrinche
- Reparto
- Bambú

4.9.5 MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Las medidas no estructurales del Plan Maestro se componen del manejo de cuenca, reglamentación de uso de suelo, aplicación de código de estructuras, alerta/evacuación, educación y sistema de información de administración de desastres.

Aquellas medidas no estructurales que dan una consecuencia inmediata son el pronóstico, alerta y evacuación. El manejo de cuenca, reglamentación del uso de suelo y aplicación de código de estructuras no dan una solución rápida a los problemas de inundación o problemas de deslizamiento. Deben ser considerados como soluciones de largo plazo. El pronóstico/alerta/evacuación es el proyecto más importante ya que está destinada al gran número de hogares en peligro.

La educación y sistema de información de administración de desastres son partes urgentes de la solución que debe empezar lo antes posible.

Por lo tanto, se seleccionaron los siguientes proyectos como Proyectos Prioritarios;

- Pronóstico/alerta/evacuación
- Educación/enseñanza/capacitación
- Sistema de información de administración de desastres

CAPITULO 5
EVALUACION DEL PLAN MAESTRO

CAPITULO 5

EVALUACION DEL PLAN MAESTRO

5.1 GENERALIDADES

Se hizo la evaluación del Plan Maestro desde el punto de vista económico, financiero, administrativo, técnico ambiental y social. La evaluación general del Plan Maestro se realizó integrando todos los aspectos de la evaluación.

5.2 ASPECTO ECONÓMICO

5.2.1 BENEFICIO ECONÓMICO

El beneficio del proyecto de prevención de desastres se define en general como una diferencia económica entre situaciones “con el proyecto” y “sin el proyecto”.

Hay dos tipos de beneficios, es decir, beneficios tangibles y beneficios intangibles. Además, los beneficios tangibles se pueden clasificar en beneficios directos y beneficios indirectos.

Los beneficios directos/tangibles del proyecto se consideran como reducción en el daño de bienes tales como edificios, enseres domésticos, ganado, cosechas, infraestructura y otras facilidades. Y los beneficios indirectos/tangibles también se consideran como reducción de los daños derivados o secundarios de los daños directos del proyecto. Debido a que es difícil estimar el beneficio intangible apropiadamente, la cantidad de beneficios intangibles no se incluyen en la evaluación económica de este Estudio.

El método de cálculo de la reducción de daños es el siguiente:

(1) Reducción de Daños por Inundación

Se hizo una simulación hidráulica con un modelo hidráulico establecido y se identificó un área de inundación para las inundaciones con períodos de retorno de 5, 10, 50 e inundaciones de la escala del Mitch. Se hizo la simulación para el caso con proyecto y el caso sin proyecto.

El área de inundación se superpuso sobre el mapa base de GIS con distribución de hogares en el área. El valor de los hogares compuesto de la estructura y los muebles se estimaron de acuerdo con el reconocimiento de daños realizado por el Estudio. Los daños se calcularon integrando todos los daños causados por cada inundación con proyectos y sin proyectos. Se calculó la reducción de daños como la diferencia de los daños entre el caso con proyectos y sin proyectos.

(2) Reducción de Daños por Deslizamiento

El Plan Maestro contiene medidas estructurales contra deslizamiento para las tres masas de deslizamiento: Berrinche, Reparto y Bambú. Las medidas estructurales se planearon para las tormentas de escala de Huracán Mitch. Por lo tanto, se considera que con los proyectos, estos tres bloques resistirán una tormenta con un período de retorno de 500 años. Por otro lado, en caso de no implementar los proyectos, estos tres bloques se deslizarán, produciendo daños en el área estimada como área de riesgo.

Por lo tanto, se supone que, sin los proyectos, todos los hogares en el área de categoría A en los tres bloques de deslizamiento quedarán destruidos por una tormenta de cada 500 años, mientras que todos los hogares en la misma área de los tres bloques de deslizamiento están seguros contra la tormenta de cada 500 años en caso de ejecutar los proyectos.

(3) Cantidad de Reducción de Daños

La cantidad de reducción de los daños por inundaciones y deslizamientos de tierra se calcula como se aparece en la *Tabla 5.1*.

Tabla 5.1 Reducción de Daños por Inundaciones/Deslizamientos

Período de retorno (año)	Reducción del daño (US\$ millón)
5	14.30
10	20.58
15	23.60
50	36.08
Mitch (500)	139.19

5.2.2 COSTOS ECONÓMICOS

Se aplican las siguientes condiciones preliminares y supuestas para el cálculo de los costos económicos en este Estudio.

- No se incluye el factor inflacionario
- Se aplican factores de pago por transferencias tales como los impuestos y tasas a los bienes y servicios adquiridos localmente en los siguientes porcentajes:
 - Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA): 12%
 - Impuesto a la Renta 10%
 - Impuesto a las importaciones 10% (promedio)
- Se aplica el factor de conversión estándar de 0.9634 como precios contables para todos los costos excepto los bienes importados, basándose en las estadísticas de comercio exterior de Honduras y el valor utilizado para otros estudios.
- No se aplica el factor de ajuste para los costos de mano de obra no calificada.
- Se supone que la tasa de cambio real está fija debido a que, hasta ahora, el gobierno no ha introducido medidas de protección especiales para el comercio y para su moneda.

Con las precondiciones y supuestos mencionados anteriormente, los costos económicos del proyecto se estiman a partir de los costos del proyecto indicados en el Capítulo 4.

5.2.3 ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO

La vida económica del proyecto es de 50 años desde el inicio del proyecto. Se supone que los beneficios junto con el costo OM se generan a lo largo de la vida del proyecto después de completarse los trabajos de construcción. Se debe considerar el beneficio parcial y el costo OM durante el período de construcción para este análisis.

El EEIR estimado del Plan Maestro indica el 10.49 % y se puede decir que el proyecto es económicamente factible desde el punto de vista del coste de oportunidad del capital (OCC) en Honduras.

La *Tabla 5.2* muestra el valor actual neto (NPV) y la relación de coste-beneficio (B/C) del Proyecto con una tasa de descuento diferente.

Tabla 5.3 Valor Actual Neto y Coste-beneficio para el Proyecto del Plan Maestro

Tasa de descuento	NPV (millones de US\$)	B/C
4% (interés real de los bonos estatales de Honduras)	47.40	2.11
8%	9.30	1.28

5.3 IMPACTO SOCIOECONÓMICO INTANGIBLE DEL PROYECTO

Tal como se confirmó en la sección anterior, los proyectos propuestos pueden producir efectos económicos directos, y la conclusión es que los proyectos son económicamente factibles. Además, se espera que el proyecto tenga varios efectos intangibles, reduciendo los siguientes daños socioeconómicos:

- Difusión de enfermedades infecciosas
- Escasez de bienes
- Alza de precios
- Reducción en las actividades administrativas y educacionales
- Deterioro de las comunicaciones
- Deterioro del nivel de vida
- Retaso del desarrollo social y económico

5.4 ASPECTO FINANCIERO

5.4.1 RECABAR EL FONDO DEL PROYECTO

Para examinar la viabilidad financiera del proyecto, debe tenerse en cuenta la necesidad de recabar los fondos construcción para los proyectos.

El costo del proyecto excepto el costo O/M para el proyecto del Plan Maestro se estima en total de US\$ 64 millones. Se supone que los fondos para el proyecto se recabarán de fuentes de fondos locales y deuda externa, con las siguientes condiciones:

- La deuda externa cubrirá todo el costo del proyecto excepto los costos de administración del Gobierno y de adquisición de terreno. El costo de administración del gobierno y el costo de adquisición de terreno deben prepararse con fondos locales.
- Se consideran las siguientes condiciones para el préstamo, según las condiciones en la práctica de los préstamos del BID para Honduras.
 - Período de pagos: 40 años
 - Período de gracia: 10 años (sólo para el pago del principal)
 - Taza de interés: 1% para los primeros 10 años y 2% en adelante
- Durante el período de gracia, sólo se paga el interés y el pago de la deuda con intereses se hará después del período de gracia.
- El préstamo se recibirá en el primer año del proyecto prioritario y el resto de los proyectos del Plan Maestro, respectivamente.
- El pago del principal se calculó con el método de pago por cuotas iguales.

De acuerdo con el programa de pago preparado en este Estudio, el máximo préstamo de US\$ 37.46 millones se recibirá en el 2006 que es el año inicial del proyecto y el pago máximo será US\$ 2.91 millones en 2027.

5.4.2 PAGO DE LA DEUDA EXTERNA

De acuerdo con la estadística de pago de la deuda externa de Honduras, el monto de pago anual promedio para los préstamos multilaterales es de aproximadamente US\$ 240 millones en los últimos 8 años. El máximo pago anual de US\$ 2.91 millones en 2027 para este proyecto será el 1% del pago anual total de Honduras.

Se considera posible recabar los fondos del proyecto con préstamos externos, desde el punto de vista del monto de pago máximo.

5.5 ASPECTO ADMINISTRATIVO

El Plan Maestro se compone de medidas estructurales y medidas no estructurales. Las medidas estructurales consisten en proyectos para control de inundación y proyectos para prevención de desastres. Las medidas no estructurales se componen de proyectos inter-ministeriales tales como pronóstico/alerta/evacuación. Por consiguiente, la administración de la ejecución de los proyectos del Plan Maestros es bastante compleja y difícil. Sin embargo, es necesario hacer frente a los problemas administrativos en la resolución del problema de prevención de desastres y debería aceptarse este desafío.

El plan de organización y mantenimiento se propuso en el Capítulo 4. Si la coordinación general se completa como planeado, el manejo del proyecto será a cargo de los gobiernos municipales y CODEM.

5.6 ASPECTO TÉCNICO

La mayoría de las obras civiles incluidas en el Plan Maestro son una combinación de trabajos simples aunque el volumen de cada obra sea enorme. El proceso de excavación, levantamiento y acarreo de sedimentos es sencillo pero son operaciones repetidas. El trabajo de construcción de muro de contención y dique necesita la excavación estructural y obras de hormigón en el curso del río y requiere encoframiento y deshidratación. Estas operaciones de encofrado y deshidratación deberían limitarse a la estación seca para que no tengan problemas técnicos difíciles.

La reconstrucción de puentes se está haciendo actualmente en la ciudad y no presentan problemas técnicos difíciles.

Existe falta de experiencia en la construcción de pilote de hormigón, construcción de pozo de drenaje y perforación de drenaje horizontal en Honduras. Se requiere asistencia técnica de consultores y contratistas extranjeros y la importación de materiales, pero es posible realizarlo en Tegucigalpa. La perforación de drenaje horizontal no es común en Honduras, pero hay algunas empresas extranjeras de perforación en Tegucigalpa que tienen experiencia. Por consiguiente, es posible contratar alguna empresa extranjera de perforación para hacer la operación.

En general, es necesario obtener asistencia técnica y cooperación de consultores extranjeros y contratistas extranjeros para implementar los proyectos del Plan Maestro.

5.7 ASPECTO AMBIENTAL

De acuerdo con el estudio de la literatura y entrevistas con expertos ambientales locales, no hay especies de flora o fauna en peligro de extinción en el área de los Proyectos del Plan Maestro.

Existe el temor de que la inclusión de metales pesados en los sedimentos del río de la descarga urbana, se hizo una investigación en la etapa del Estudio de Factibilidad. Como resultado, no se detectaron metales pesados en cantidades superiores a los reglamentos y se eliminó el problema.

En general, no hay problemas ambientales importantes en el área del Proyecto del Plan Maestro. Las Tablas 5.3 y 5.4 muestran el estudio y alcance de los temas ambientales para los Proyectos del Plan Maestro respectivamente.

5.8 ASPECTO SOCIAL

(1) Adquisición de Terreno/Reasentamiento

El terreno a adquirir para la obra civil es el siguiente.

Tabla 5.5 Adquisición de Terreno y Reasentamiento

Proyecto	Terreno a comprar (m2)	Número de viviendas a reasentar
Ampliación de río en Berrinche	12,000	0
Mejora de salida del Laguna del Pescado	1,000	0
Prevención de deslizamiento de tierra en Reparto	3,000	10
Total	16,000	10

El terreno para la ampliación del río en Berrinche, 12,000m², fue designado como parte del área del río en 1999 por el Departamento de Planificación de la Oficina Municipal de Tegucigalpa y no hay problema de adquisición del terreno. La salida de la Laguna del Pescado está en manos privadas y el terreno debe adquirirse o alquilarse temporalmente. El dueño del terreno está dispuesto a colaborar con el proyecto de acuerdo con lo que escuchó del equipo de Estudio. En el deslizamiento de Reparto, aproximadamente diez casas tienen que reubicarse para construir el canal de drenaje de la superficie. No ha habido un contacto con los dueños de las casas, pero ellos deben ser reubicados en un sitio más seguro de todas maneras. Se considera posible reasentarlos con una compensación apropiada.

Por consiguiente, aunque hay problemas, la adquisición del terreno y el reasentamiento relacionados con los proyectos del Plan Maestro pueden solucionarse mediante un enfoque prudente con los dueños de los terrenos.

(2) Conservación de Paisaje Histórico

En abril de 1994, la Oficina del Alcalde Municipal del Distrito Central y el Instituto Hondureño de Antropología e Historia firmaron un acuerdo para la "Conservación del Área Histórica de Tegucigalpa/Comayagüela y Áreas Vecinas".

Un proyecto relacionado con este tema es la reconstrucción del Puente Mallol. Tal como se indicó en el Capítulo 4, ya se llegó a un acuerdo sobre la reconstrucción del puente. El tipo del nuevo puente se discutirá en la etapa de factibilidad del proyecto en el futuro.

5.9 EVALUACIÓN GENERAL

De acuerdo con cada aspecto de la evaluación, los Proyectos del Plan Maestro son factibles. La implementación de los proyectos dará definitivamente grandes beneficios a la ciudad de Tegucigalpa. Como los problemas técnicos, ambientales y sociales no son importantes, el tema más crucial es la administración del proyecto. Un fuerte liderazgo del gobierno central y local producirá una buena coordinación de esta tarea compleja y difícil.

CAPITULO 6
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE
PROYECTOS PRIORITARIOS

CAPITULO 6

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE PROYECTOS PRIORITARIOS

6.1 GENERALIDADES

Los Proyectos Prioritarios seleccionados para el Estudio de Factibilidad aparecen abajo.

(Medidas Estructurales para la Mitigación de daños por inundación)

- Mejora del Río Choluteca
- Mejora de la salida de la Laguna del Pescado

(Medidas No Estructurales para la Mitigación de daños por inundación)

- Pronóstico/Alerta/Evacuación de Inundación

(Medidas Estructurales para la Mitigación de daños por deslizamiento de tierra)

- Deslizamiento de tierra de Berrinche
- Deslizamiento de tierra de Reparto
- Deslizamiento de tierra de Bambú

(Medidas No Estructurales para la Mitigación de daños por deslizamiento de tierra)

- Pronóstico/Alerta/Evacuación de Deslizamiento

(Medidas No Estructurales Común para la Inundación y Deslizamiento de Tierra)

- Educación/Enseñanza/Capacitación
- Sistema de información de administración de desastres

La *Figura 6.1* muestra el mapa de ubicación de la parte estructural de los Proyectos Prioritarios.

En el Estudio de factibilidad de los Proyectos Prioritarios, se hizo un reconocimiento topográfico adicional para cubrir todos los lugares del proyecto con la escala de 1/500. Se hicieron perforaciones geológicas para los sitios de Berrinche y Reparto para planear las medidas estructurales para la mitigación de daños por inundación y mitigación de daños por deslizamiento de tierra. La evaluación del impacto ambiental se hizo para todas las medidas estructurales de los Proyectos Prioritarios para evaluar el impacto del proyecto.

Se hizo un estudio alternativo de medidas estructurales después de una investigación detallada del sitio, incluyendo el reconocimiento topográfico y un reconocimiento geológico. Los beneficios y costos de los proyectos se calcularon con mayor precisión y se utilizaron para la evaluación económica de los proyectos. Se hizo una evaluación de proyecto del aspecto económico, aspecto financiero, aspecto ambiental y social.

6.2 RECONOCIMIENTO TOPOGRÁFICO

Se hizo un reconocimiento topográfico con la escala de 1/500 para el área de los Proyectos Prioritarios. Se utilizó el mapa topográfico para preparar un plan más detallado para los Proyectos Prioritarios.

6.3 INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA

Se hicieron investigaciones por perforación en los sitios de Berrinche y Reparto. Se hizo un reconocimiento de campo detallado para Berrinche, Reparto, Bambú y la salida de la Laguna del Pescado para el plan de prevención de deslizamiento de tierra. El lugar y la cantidad de

investigación por perforación aparecen en la *Tabla 6.1* y *Figura 6.2* respectivamente.

Se describe a continuación el resumen de la investigación geológica. El resultado detallado del reconocimiento geológico se describe en el Apoyo G.

6.3.1 BERRINCHE

(1) Topografía y Geología

El deslizamiento de tierra de Berrinche es un deslizamiento ocurrido en un área de 320,000 m², un ancho de 400m y una longitud de 800m. La parte superior de la masa del deslizamiento de tierra es de unos EL 1,060 m y el pie de la masa es de EL 920 m en la altitud del fondo del Río Choluteca. El área puede dividirse en varios sub-bloques de deslizamiento como aparece en la *Figura 6.3* de acuerdo con el estudio del mecanismo del deslizamiento de tierra.

El resultado del reconocimiento de campo reveló que en el borde este de la masa de deslizamiento, está expuesta limo y roca arcillosa de la Formación Río Chiquito a una altitud de EL 1,015m. En el precipicio empinado ubicado en el borde norte de la masa, pueden verse rocas volcánicas de ignimbritas sobre las tobas. Las tobas afloran al oeste del Bloque C y D. La Formación del Río Chiquito aflora al este.

(2) Resultado de la Perforación

En el área, el Cuerpo de Ingenieros de los EE.UU. realizó una investigación por perforación en el 2000. La ubicación de perforación aparece en la *Figura 6.2(1)*. En el Estudio se agregaron perforaciones para hacer estudios adicionales de la geología del sitio. En la *Figura 6.2(1)*, se muestra la localización de las perforaciones adicionales.

Mediante la observación del testigo de perforación, se identificó la superficie de deslizamiento durante el Huracán Mitch. La superficie de deslizamiento identificada del perfil B-4 por el resultado de la perforación se describe en la *Figura 6.4*.

(3) Resultado del Monitoreo de Inclinómetro y Piezómetro

SERNA ha estado monitoreando el comportamiento de la masa de tierra utilizando inclinómetros y piezómetros desde 2001. El mapa de ubicación de su observación aparece en la *Figura 6.2(3)*. La medición del inclinómetro muestra un movimiento en BS-4 de 2mm/mes a una profundidad de unos 38 m. En las otras ubicaciones no se detectaron movimientos aparentes.

La variación estacional del nivel del agua subterránea es grande en el lado montañoso en BS-3, BS-4 y BS-7 mientras que en los del lado del río en BS-1, BS-2, BS-5 y BS-6 es pequeña.

En el Estudio se instalaron tres piezómetros y ocho inclinómetros y se hicieron observaciones durante dos meses. No se observó ningún movimiento de masa de tierra en el período ya que se hizo durante la estación seca. Los instrumentos de medición se entregaron a SOPTRAVI para un monitoreo continuo del movimiento de la masa de tierra. Los datos obtenidos aparecen en el Libro de Datos.

(4) Mecanismo de Deslizamiento de Tierra

Basándose en la investigación geológica, el resultado del monitoreo y el reconocimiento de campo, el mecanismo de deslizamiento de Berrinche durante el Huracán Mitch se interpreta de la siguiente forma;

- El bloque A1 empezó a deslizarse debido a la subida del agua subterránea después de

lluvias fuertes

- El bloque A1 empujó el bloque B y formó una topografía de compresión
- El bloque A1 empujó el bloque A2 y el bloque A3 empezó a deslizarse
- El extremo del bloque A3 penetró en el Río Choluteca y formó una barrera.
- El bloque A1 empujó el bloque B y el bloque B empezó a deslizarse
- El extremo del bloque B penetró en el Río Choluteca y formó una barrera
- El bloque C y D se movió hacia abajo con el movimiento del bloque A1

Por lo tanto se interpreta que el bloque A empezó a deslizarse primero y empujó otro bloque en una altitud más baja hacia el Río Choluteca, así cerrando el río.

6.3.2 REPARTO

(1) Topografía y Geología

El deslizamiento de Reparto es un deslizamiento ocurrido en un área de 30,000 m², 200 m de largo y 150 m de ancho. La altitud superior de la masa de tierra es de EL 1,130m y la altitud del pie es de EL 1,070m. Las partes oeste de taludes empinados hacia abajo del área de tierras altas al oeste de El Picacho cambian gradualmente en colinas onduladas en el camino a El Picacho, y precipicios empinados yacen más al este con arroyos. La geología alrededor del camino es de tobas y el área inferior al camino está cubierta con materiales de un deslizamiento viejo. El deslizamiento de Reparto se interpreta como un bloque de masa de tierra.

(2) Resultado de la Perforación

En el Estudio se hicieron 6 nuevas perforaciones para investigar la geología del área. El mapa de ubicación de la perforación aparece en la *Figura 6.2(2)*. Se consideró la superficie de deslizamiento durante el Huracán Mitch por el resultado de la perforación mostrado en la *Figura 6.5*.

(3) Mecanismo de Deslizamiento

De acuerdo con el resultado de la perforación y el reconocimiento de campo, el mecanismo de deslizamiento de Reparto es el siguiente;

- El arroyo en el lado este que drenó el agua subterránea se había bloqueado por la construcción de la carretera al pie de la masa de deslizamiento y se habían creado nuevos estanques.
- Durante el Huracán Mitch, las lluvias fuertes produjeron un gran flujo de agua superficial en la masa de deslizamiento junto con el agua que flujo por el camino a El Picacho.
- El agua superficial subió el nivel freático de la masa y provocó un movimiento del bloque.

6.3.3 BAMBÚ

(1) Topografía y Geología

Esta masa de deslizamiento presenta una topografía de deslizamiento viejo típica compuesta de pequeñas masas de deslizamiento fracturadas y cortadas por movimientos de largo periodo. El tamaño de las fracturadas es pequeño y el espesor de la capa es de unos metros. El acantilado de la cabeza está formado de toba blanca de la formación ignimbrítica. Debajo del acantilado existe una masa de tierra movidas compuesta principalmente de toba blanca erosionada. En la parte baja del deslizamiento, se observa la arcilla de la Formación Río Chiquito.

(2) Mecanismo de Deslizamiento de Tierra

Durante el Huracán Mitch, las lluvias pesadas se concentraron en el centro del bloque y una parte de la masa de tierra se colapsó y se arrastró. Se consideró que el flujo de escombros de la parte de la masa de deslizamiento destruyó algunas casas y cerró el arroyo de Bambú, provocando la inundación en el área baja.

6.3.4 SALIDA DE LA LAGUNA DEL PESCADO

(1) Topografía y Geología

La geología alrededor de la salida de la laguna se compone de lava de ignimbritas y tobas. Aunque la roca en el banco derecho parece ser una formación de roca básica, es una gran pieza de roca que se deslizó desde arriba del cerro hacia abajo gradualmente durante un largo período de varias decenas de miles de años. En el banco izquierdo, la lava de ignimbritas se distribuye por el borde y los depósitos de material de talus en el lado de río abajo. El material de talus parece incluir el material del banco derecho además del material de talus del banco izquierdo. Esta observación sugiere que la salida ha estado expuesta a frecuentes bloqueos por el colapso del banco derecho. La *Figura 6.6* muestra el bosquejo geológico del sitio.

(2) Mecanismo de Inundación Repentina

De acuerdo con el reconocimiento de campo detallado, el mecanismo de inundación repentina durante el Huracán Mitch se estimó de la siguiente forma;

- Antes del Huracán Mitch, la elevación de la cresta de la salida era más alta que el nivel de suelo actual en 4.5 metros protegida por una estructura de hormigón con ancho de 0.5m.
- Durante el Huracán Mitch hay una gran cantidad de troncos arrastrados del río arriba que se acumularon en la salida.
- Una parte del banco derecho se colapsó y junto con los troncos aumentó la elevación de la cresta de la salida en otros 3.5 m y una gran cantidad de agua quedó acumulada en la laguna.
- El nivel del agua subió más que el nivel de cresta y arrastró toda la masa de tierra colapsada, troncos, estructuras de hormigón y el material del lecho del río causando una inundación repentina río abajo.

6.4 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Se estudió el impacto ambiental de los Proyectos Prioritarios. El resultado detallado se describió en el Informe de Apoyo E.

Los principales puntos de la EIA son los siguientes;

- Posibilidad de contaminación del material del lecho del río por metales pesados; y
- Problemas de reasentamiento provocados por medidas estructurales de los proyectos

6.5 PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE DAÑOS POR INUNDACIÓN

6.5.1 AMPLIACIÓN DEL RÍO EN BERRINCHE

Con la ampliación del río en Berrinche, se planearon medidas de prevención de deslizamiento para que no se vea afectada la masa de deslizamiento de Berrinche. Se planearon medidas de prevención suponiendo la superficie de deslizamiento en los pies de los bloques B1, B3 y Bloque E. Se consideró que la superficie de deslizamiento es el observado actualmente tal como aparece en la *Figura 6.4*.

Se planearon medidas para que el factor de seguridad después del proyecto se vuelva $F_s=1.2$ del factor de seguridad actual $F_s=1.0$. Se compararon los pilotes de hormigón, pilas de acero y relleno de contrapeso. La *Tabla 6.2* muestra la comparación. Se utilizó un relleno de contrapeso en el bloque E ya que es el método más confiable y es el lugar del deslizamiento contra el curso del río. Para el bloque B y A3, es imposible el relleno de contrapeso por su topografía y los pilotes de hormigón y pilas de acero se compararon. La geología en el lugar hace que la construcción de la pila de acero sea muy difícil y se seleccionó el pilote de hormigón. En el bloque B y A3 se planearon perforaciones de drenaje horizontal ($L=50m$) para bajar el nivel el agua subterránea.

Tabla 6.2 Comparación de Medidas de Prevención de Deslizamiento para la Ampliación del Río

Nombre del bloque	Geología	Tipo de Estructuras			
		Eje de RC	Pilote de acero	Relleno de contrapeso	Anclaje de tierra
E	Depósito de lecho del río, capa de Chiquito y suelo de deslizamiento	-	-	X	-
A3	Suelo de deslizamiento y escombros	X	-	-	-
B	Suelo de deslizamiento y gravas	X	-	-	-

Se seleccionó el diámetro del pilote de hormigón después de comparar algunos casos. Conforme a la comparación del costo y planeamiento de construcción, se adoptó un diámetro de 4.0 m. En el banco derecho, el sistema de anclaje de tierra fue adoptado para enfrentar la limitación de terreno disponible. (Consulte la *Figura 6.7(1)* y *6.7(2)*)

6.5.2 EXCAVACIÓN DEL LECHO DEL RÍO

El volumen de excavación del río en el Proyecto Prioritario es de unos $475,000m^3$ entre C11 y C27. El acarreo se hará con camiones de 10 t y 20 t según el lugar de la excavación. Si el lugar de la excavación es río abajo del puente Carias es posible usar camiones de 20 t ya que no obstaculizan el tráfico pero si el lugar es río arriba del Puente solo se utilizan camiones de 10 t para el acarreo.

Se estudio el efecto del banco de escombros en el nivel de agua tanto en el lugar exacto como río arriba. Se encontró que el nivel de agua en el lugar del banco de escombros no subirá mucho pero se planeó proteger los terrenos privados en el lado opuesto del río donde está instalada una granja de pollos.

6.5.3 MURO DE CONTENCIÓN Y DIQUE

Se estudió en detalle el lugar del muro de contención y diques basándose en el mapa topográfico a lo largo del río. Entre C52 y C56, se modificó la sección de canal para acomodarse al nuevo terminal de autobuses planeado en el lado izquierdo del río.

6.5.4 MEJORA DE LA SALIDA DE LA LAGUNA DEL PESCADO

Se planearon las siguientes contramedidas para evitar el cierre de la salida de la Laguna del Pescado.

- Colocación del colchón de gaviones zapata con un ancho de 15 m, largo de 60m y espesor de 0.5m de la salida.
- Colocación de la pared de gaviones con 2m de ancho, 3m de alto y 60m de largo en el pie de talud de los lados izquierdo y derecho.
- Corte del talud que está en peligro de colapso en el lado de talud derecha.

6.5.5 PRONÓSTICO/ALERTA

Se estudió el hardware del sistema de pronóstico/alerta de inundación y se estimó el costo. Aparecen ejemplos de medidor de precipitaciones, medidor de nivel de agua y sistema telemétrico en la *Tabla 6.3*.

Tabla 6.3 Sistema de Pronóstico/Alerta

Item	Especificación	Número
Medidor de precipitaciones	Unidad 0.2 mm	3
Medidor de nivel de agua	Tipo presión de agua	3
Telemétrico		3

Nota: Se incluyó la instalación del sistema en el costo de los proyectos.

6.6 PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE DAÑOS DE DESLIZAMIENTO

6.6.1 BERRINCHE

Se planearon las siguientes medidas estructurales;

- eliminación de la parte superior de la masa de deslizamiento,
- canal de drenaje superficial,
- canal de drenaje sub-superficial, y
- pozo de drenaje.

El mapa de lugar de las estructuras aparece en la *Figura 4.17*. Las *Figuras 6.8* y *6.9* muestran cada una de las estructuras planeadas. La tierra removida se transporta al mismo banco de escombros que la excavación del lecho del río.

6.6.2 REPARTO

Las medidas estructurales planeadas son las siguientes;

- eliminación de la parte superior de la masa de deslizamiento,
- canal de drenaje superficial,
- canal de drenaje de sub-superficie, y
- pozo de drenaje.

El mapa de lugar de las estructuras aparece en la *Figura 4.18*. Las *figuras 6.10* y *6.11* presentan las estructuras. La tierra removida se transportará al mismo banco de escombros como excavación del lecho del río.

6.6.3 BAMBÚ

Las estructuras planeadas son como sigue;

- canal de drenaje superficial, y
- gaviones zapata.

La *Figura 4.19* muestra el mapa de ubicación de las estructuras y la *Figura 6.12* representa el concepto de las estructuras.

6.6.4 PRONÓSTICO/ALERTA

Se estudió el hardware del sistema de pronóstico/alerta y se estimó el costo. Aparecen ejemplos de medidor de lluvias y sistema telemétrico en la *Tabla 6.4*.

Tabla 6.4 Sistema de Pronóstico/Deslizamiento de Tierra

Item	Especificación	Número
Medidor de lluvias	Unidad 0.2 mm	4
Telemétrico		4

Nota: La instalación del sistema se incluye en el costo de los proyectos.

6.7 OTROS PROYECTOS NO ESTRUCTURALES

6.7.1 EDUCACIÓN/ENSEÑANZA/CAPACITACIÓN

Se preparó un programa de educación/enseñanza/capacitación para las autoridades del gobierno encargadas de la prevención de desastres y los maestros.

(1) Educación/Enseñanza/Capacitación de Autoridades del Gobierno y Maestros

Se propuso una capacitación para capacitación de los oficiales de CODEM. El contenido de la capacitación debe ser un conocimiento básico para la prevención de desastres con recolección/procesamiento/transición de datos para desastres. Se propuso capacitar a los oficiales del departamento de planeamiento del municipio sobre el planeamiento del uso de suelo y el reglamento de uso de suelo basado en el mapa de riesgo.

Se propuso un programa de capacitación para la prevención de desastres para los maestros. Como la educación en escuelas es la principal parte de la educación, se propuso elevar el nivel de conocimientos de maestros como primer paso.

(2) Educación/Enseñanza/Capacitación para el Público

Se propuso realizar la educación pública a través de la educación en escuelas y la educación comunitaria. Un propósito de la educación de escuelas es la transferencia de la memoria de desastres a la siguiente generación a través de la educación de desastres del pasado. Otro propósito es el entendimiento científico del mecanismo de desastres.

En la enseñanza comunitaria, se propuso realizar una educación de nivel básico en la relación entre las precipitaciones e inundación/deslizamiento, en la actividad de las municipalidades para el pronóstico/alerta/evacuación y el método de auto-protección a través del conocimiento del síntoma de desastres por deslizamiento. Se propuso enseñar al público para que se mueva de áreas peligrosas y no se construyan nuevas casas en áreas peligrosas.

6.7.2 SISTEMA DE INFORMACIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE DESASTRES

Se propuso la construcción de un sistema de información de administración de desastres compartido por las agencias relacionadas. Este sistema se compone de los siguientes sub-sistemas.

- Sistema de recolección y transmisión de información
- Sistema de base de datos
- Sistema de procesamiento de información
- Sistema de apoyo a las decisiones
- Sistema de distribución de información

La información relacionada con desastres está empazada a partir del pronóstico/alerta de inundación/deslizamiento mencionado anteriormente, incluyendo la información de desastres en una emergencia. El mapa de base GIS utilizado para crear el mapa de amenaza en el Estudio debe aplicarse como mapa de base de este sistema de información de administración de desastres.

Todas las agencias del gobierno relacionadas con la prevención de desastres deben conectarse entre sí con una red de fibra óptica. Por lo tanto, es posible intercambiar información en una emergencia e implementar políticas de prevención de desastres coordinadas basadas en una base de datos común.

6.8 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El plan de operación y mantenimiento para los Proyectos Prioritarios es el mismo que para los Proyectos del Plan Maestro.

6.9 ESTIMACIÓN DE COSTOS

Se hizo la estimación de costos detallada para los Proyectos Prioritarios. El resultado de la estimación de costos aparece en la *Tabla 4.12*.

6.10 PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

Se preparó un programa de implementación para los Proyectos Prioritarios y aparece en la *Tabla 6.5*. Se supuso que los proyectos comenzarían en el 2002 para el diseño detallado y preparación de finanzas. De acuerdo con este programa, se completarán todos los Proyectos Prioritarios para el año 2007.

6.11 EVALUACIÓN DE PROYECTOS

(1) Aspecto Económico

Se hizo la evaluación económica sólo para los Proyectos Prioritarios. El método de evaluación es el mismo que los Proyectos del Plan Maestro. La *Tabla 6.6* muestra el resultado de la evaluación económica.

Tabla 6.6 Reducción de Daños por Inundación/Deslizamiento

Período de retorno (año)	Mitigación de daños (millones US\$)
5	14.30
10	13.56
15	22.33
50	36.08
Huracán Mitch (500)	139.19

La tasa de rendimiento interno económico (EIRR) se calculó como 13.44 %. La *Tabla 6.7* muestra el Valor Actual Neto (NPV) y la Relación de Costo Beneficio (B/C) del proyecto.

Tabla 6.7 Valor Actual Neto y la Relación de Costo Beneficio para los Proyectos Prioritarios

Relación de descuento	NPV (US\$ millón)	B/C
4 % (Ingreso real de bonos del estado de Honduras)	55.73	2.94
8%	16.91	1.71

(2) Aspecto Financiero

El costo total de los Proyectos Prioritarios es de 37 millones US\$ y es suficientemente pequeño comparado con el daño total de Tegucigalpa por el Huracán Mitch, que es aproximadamente 500 millones US\$. Además, es pequeño comparado con el pago anual promedio (aproximadamente 90 millones US\$). Se considera que los problemas financieros son pequeños cuando se pueden implementar los proyectos por préstamos extranjeros.

(3) Ambiente Natural y Aspecto Social

De acuerdo con la EIA, mediante consultores locales, el resultado de los dos problemas anteriores son los siguientes;

1) Metales Pesados

Los metales pesados verificados en el Estudio son Cr (cromo), Ni (níquel), Cu (cobre), Zn (cinc), Cd (cadmio), Hg (mercurio), Pb (plomo) y As (arsénico). La cantidad de metales pesados contenidos en el material del lecho del río es suficientemente pequeña comparada con el estándar de EPA y no hay problemas de excavación, acarreo y depósitos de materiales del lecho del río en el proyecto.

2) Reasentamiento

De acuerdo con el plan detallado de medidas estructurales, el único lugar donde es necesario el reasentamiento de la gente es Reparto y el número de casas afectadas son 10. Aunque no hay entrevistas directas con los residentes relevantes, el líder de la comunidad de Reparto dijo que los residentes del área están conscientes del peligro del área y muchos de ellos quieren moverse del área a un lugar más seguro, si fuera posible. Por lo tanto, será posible resolver el problema de reasentamiento mediante consideraciones profundas del destino del reasentamiento y los servicios básicos en la nueva área de reasentamiento con una suficiente cantidad de compensación.

Por lo tanto, se considera que los efectos adversos de los Proyectos Prioritarios en el ambiente natural y social son pequeños.

CAPITULO 7
CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

CAPITULO 7

CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIÓN

Se ha completado “El Estudio para el Control de Inundaciones y Prevención de Deslizamientos de Tierra en el Area Metropolitana de Tegucigalpa en la República de Honduras”. Hay tres propósitos en el Estudio: el establecimiento del Plan Maestro, el Estudio de Factibilidad de los Proyectos Prioritarios y la transferencia tecnológica.

Se preparó un Plan Maestro de prevención de desastres que incluye un plan de mitigación de daños por inundaciones y de daños por deslizamientos de tierra con medidas estructurales y no estructurales para una tormenta de escala del Huracán Mitch. La implementación del Plan Maestro propuesto permite a la Alcaldía Municipal de Tegucigalpa crear una ciudad segura en términos de inundaciones y deslizamientos de tierra.

El Estudio de Factibilidad de los Proyectos Prioritarios muestra que los proyectos son factibles desde los aspectos económico, financiero, del medio ambiente y social. Se llegó a la conclusión de que la implementación de Proyectos Prioritarios dará gran beneficio a la ciudad.

Se hizo la transferencia tecnológica a través del Estudio. Se hizo la capacitación en el trabajo mediante discusiones sobre distintos problemas en los proyectos, viajes de estudio de los miembros del equipo de contraparte acompañando los miembros del Equipo de Estudio y mediante talleres participativos de los miembros de la contraparte.

7.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda que;

- (1) El Plan Maestro propuesto en este Estudio debe designarse como plan maestro oficial de mitigación de desastres para la ciudad de Tegucigalpa por los gobiernos central y local de Honduras,
- (2) Para crear una capital segura contra tormentas, debe implementarse el plan maestro de prevención de desastres de acuerdo con el programa propuesto,
- (3) Los Proyectos Prioritarios deben implementarse urgentemente para lograr las consecuencias inmediatas del plan,
- (4) Es necesario actualizar el Plan Maestro con el desarrollo de la ciudad para hacer frente a los cambios en los antecedentes naturales y sociales del plan, y
- (5) Todas las partes concernientes deben cooperar para hacer de la ciudad de Tegucigalpa una capital segura.

TABLAS

Tabla 2.1 Tabla de Estratigrafía en el Area objeto

Edad	Período	Epoca	Símbolo	Características
Cenozoico	Cuaternario	aluvial	dt	Sedimentos de detritos (basado en deslizamiento, derrumbamiento de talud, etc.). Se compone de escombros y tierra y arena.
			Qal	Sedimentos aluviales más recientes. Se compone de arcilla, arena y cantos.
			Qe3	Sedimento de terraza inferior: Abanico de arenas y cantos rodados.
		Pleistoceno	Qe2b	Sedimentos de terrazas de categoría media: Se compone de arena y piedras. Una matriz no es sólida. Un viejo abanico o los sedimentos en el fondo de un río. Se compone principalmente de roca volcánica después del Terciario. El color es de gris oscuro a gris.
			Qe2a	Sedimentos de terrazas de categoría media: Se compone de arena, piedras y limo. Tiene buen apriete aunque una matriz no es sólida. Un viejo abanico o fondo del río y sedimentos de un lago. Se compone principalmente de roca del grupo Valle de Angeles y roca volcánica después del Terciario. El color es de marrón oscuro a marrón negro.
			Qe1	Sedimento de terraza más alto: Se compone principalmente de arena y piedras y se inserta la capa de tobas. Depósitos de terraza más viejos, la matriz se consolida débilmente.
			Qb	Lava de basalto (feldespato inclinado de olivino y escoria)
			Qan2	Está distribuida en la colina de Cerro Grande. Se compone de lava andesita. Aunque la roca en sí es dura precisa, la junta continua y es fácil de disociarse masivamente. En la parte del borde una gama, este estrato sirve como roca de tapa y tiende a ser causas deslizamiento.
			Qan1	Está distribuida sobre una gama baja de Qa2. Se compone de tobas andesíticas y riolítica. Progresas una estructura de banda. Está débil por erosión y se deteriora fácilmente. Es raro que se convierta en causa de deslizamiento
			Odt	Se distribuye principalmente cerca de un área de Villa Nueva. Se compone de escombros de piedras que hizo del sujeto riolita con un diámetro de 20 cm - 3 m y tiene su origen en el grupo Valle de Angeles. Media matriz es sólida, el apriete es bueno.
	Terciario	Mioceno (Grupo Padre Miguel)	Tpm3	Secuencia ignimbrítica, miembro superior: toba de riolita de muchos colores. Algunas rocas sedimentarias tienen escombros volcánicos, tobas de andesita de cuarzo y tobas andesítica. Esta roca es maciza y sólida. Cuando un estrato con intensidad débil está distribuida sobre la categoría baja de este estrato, se genera fácilmente un deslizamiento.
			Tep	Se compone de toba riolítica y conglomerado, piedra arenisca y limo. Se deposita en lugares bajo agua, como en un río. La estructura estratificada progresa horizontalmente. Es fácil de disociarse del lado del estrato y puede convertirse en la causa de deslizamiento en la parte donde se inclina el estrato.
			Teg	Miembro del Cerro Grande: Lava de ignimbrita y riolita equipado con la matriz de cristales de cuarzo vidriado y feldespato de cristal de color violeta. La roca en sí es muy dura y tiene una erosión fuerte y tiende a formar un precipicio escarpado. La lógica continua y es fácil de disociarse. Cuando esta roca está distribuida en una capa de baja intensidad, esta roca sirve como roca de tapa y se generan fácilmente deslizamientos. La acción de deterioro se recibe localmente y en la parte, la intensidad falla en gran medida y se genera fácilmente un derrumbamiento de talud
			Tpm2	Miembro medio de secuencia ignimbrítica: Toba con andesita de cuarzo dividida por clase en estilo riolita. La estructura en banda continua y se convierte en la causa de deslizamiento de la capa.
			Tpm1	Miembro de la secuencia ignimbrítica de baja categoría: Tobas de riolita de muchos colores. Algunas rocas sedimentarias con escombros volcánicos, tobas de andesita de cuarzo y tobas andesíticas.
			Tpml	Lahar (tobas de flujo de escombros) con clastos de rocas volcánicas del terciario y sedimentos cretáceos. Se compone de escombros y piedra arenisca consolidada. Es raro que sea causa de un deslizamiento por macizo y duros.
		Oligoceno (F. Matagalpa)	Tl	Roca intrusiva riolítica que es intrusiva en el grupo Valle de Angeles. Generalmente con dislocación, está distribuida, se da deterioro en el Grupo Valle de Angeles y se convierte fácilmente en causa de derrumbamiento de talud.
	Tm	Formación Matagalpa: Se compone de toba, brecha de toba y lava de andesita que tiene color verde en su base. Es fácil de erosionar y cambia en arcilla fácilmente cerca de la superficie de la tierra. Por esta razón, se vuelve fácilmente la causa de deslizamientos.		
Mesozoico	Cretáceo (Grupo de Valle de Angeles)	Krc	Formación del Río Chiquito: Se compone de roca arcillosa, limolita, capa de conglomerados finos y capa de piedra caliza fina. Se forma una estructura estratificada. Sus colores son marrón negro. Es fácil de erosionar y cambia a simplemente tierra y arena. Es el estrato donde se generan fácilmente deslizamientos y derrumbamiento de talud.	
		Kvn	Formación Villa Nueva: Conglomerado de capas siliciclásticas (con clásto metamórfico y roca volcánica y piedra caliza). Piedra arenisca marrón a rojo claro y algunas tobas volcánicas. La estructura estratificada continúa parcialmente. Sus colores son rojo fino y morado oscuro. Aunque es fuerte comparado con Krc, se generan deslizamientos locales.	

Tabla 2.7 Grado de Peligro de los Deslizamientos de Tierra

Rango del grado de peligro	Características topográficas y observación
A	<p>Hay evidencias de movimientos actuales o recientes de la masa de deslizamientos de tierra. Los bloques de deslizamientos de tierra que se movieron durante el Huracán Mitch o los que se consideraron que se movieron en los diez años. El precipicio de deslizamiento no está cubierto por ninguna vegetación y aparece pelado. Se observan grietas en los límites y mala alineación de estructuras artificiales. La parte inferior de la masa de tierra se está hinchando o se observan derrumbamientos de taludes pequeña de forma de lengua.</p>
B	<p>Aunque se observaron las características típicas de deslizamiento de tierra se determina que no hubo movimientos en años recientes. (la pared escarpada o grietas laterales están cubiertas por la vegetación). Sin características topográficas típicas de deslizamiento de tierra, se hicieron las siguientes observaciones;</p> <p>hay ejemplos de deslizamientos de tierra recientes con formación geológica similar en el vecindario</p> <p>la estructura de la masa de tierra se compone de tierra o depósitos coluviales y está débil</p>
C	<p>Aunque se observan características topográficas de deslizamientos de tierra, la edad de ocurrencia del deslizamiento es vieja y el bloque está actualmente estable. El precipicio de deslizamiento forma una terraza pero está cubierto por escombros y tierra superficial y no aparece su forma original. Se observó una hinchazón en el fondo pero no hay nuevos colapsos ni deformación de las estructuras en los alrededores. No hay síntomas de deslizamiento de tierra según las entrevistas con los residentes.</p>

Tabla 2.8 Valores Límite para Peligro de Derrumbamiento de Talud para Cada Geología

Roca de lecho	Talud peligroso		Notas
	Grado de talud (grado)	Área (m ²)	
Kvn	30	645,300	
Krc	20	3,183,500	
Tm	20	1,110,300	
Ti	32	200	Se adopta el valor de "Tcg".
Tpml	32	18,900	Se adopta el valor de "Tcg".
Tpm1	28	1,192,700	Se unen y examinan Tpm1, Tpm2, y Tpm3
Tpm2	28	140,500	Se unen y examinan Tpm1, Tpm2, y Tpm4.
Tcg	32	1,897,300	
Tep	35	299,800	
Tpm3	28	1,958,600	Se unen y examinan Tpm1, Tpm2, y Tpm4.
Odt	28	14,300	Se unen y examinan Odt, Qan1, Qan2, y Qb.
Qan1	28	265,400	Se unen y examinan Odt, Qan1, Qan3, y Qb.
Qan2	28	272,200	Se unen y examinan Odt, Qan1, Qan4, y Qb.
Qb	28	217,700	Se unen y examinan Odt, Qan1, Qan5, y Qb.
Qe1	20	115,700	Se unen y examinan Qe1, Qe2a, Qe2b, y Qe3.
Qe2a	20	320,200	Se unen y examinan Qe1, Qe2a, Qe2b, y Qe4.
Qe2b	20	79,200	Se unen y examinan Qe1, Qe2a, Qe2b, y Qe5.
Qe3	20	89,100	Se unen y examinan Qe1, Qe2a, Qe2b, y Qe6.
dt	25	187,900	
ls	22	707,300	
área total(m ²)		12,715,100	-
La velocidad de toda el área		12.1%	-

Tabla 2.9 Proyectos de Prevención de Desastres Relacionados

Campo	Nombre del proyecto	Organización hondureña	Organización donante	Contenido	Salida	Area meta	Término	Categoría
Inundación	Estudio de inundación	SOPTRAVI		Preparación de mapa con reconocimiento de campo	Mapa de inundación	Area urbana de Tegucigalpa	1998	Rehabilitación de emergencias
Inundación	Estudio de inundación	SERNA		Preparación de mapa con reconocimiento de campo	Mapa de inundación	Area urbana de Tegucigalpa	1998	Rehabilitación de emergencias
Inundación	Estudio de inundación	AMDC		Preparación de mapa con reconocimiento de campo	Mapa de inundación	Area urbana de Tegucigalpa	1998	Rehabilitación de emergencias
Deslizamiento	Identificación de bloque de deslizamiento	SOPTRAVI	Japón	Preparación de mapa con foto análisis	Mapa de bloqueo de deslizamiento	Area urbana de Tegucigalpa	1998	Rehabilitación de emergencias
Camino	Rehabilitación de puentes	SOPTRAVI	Japón	Reconstrucción de dos puentes	Puente	Area urbana de Tegucigalpa	2000 - 2003	Rehabilitación
Camino	Construcción de puente	SOPTRAVI	Suecia	Construcción de puente	Puente	Area urbana de Tegucigalpa	2002-	Rehabilitación
Camino	Construcción de terminal de autobuses	SMDC		Construcción de un nuevo terminal de autobuses a lo largo del Río Choluteca	Terminal de autobuses	Area urbana de Tegucigalpa		
Deslizamiento	Mecanismo/ contramedidas de bloque de deslizamiento de Berrinche	SERNA	WB	Investigación del mecanismo de deslizamiento y propuesta de contramedidas	Medidas de prevención de desastres	Area urbana de Tegucigalpa	1999 - 2001	Rehabilitación
Administración de cuenca	Rehabilitación de cuenca de Concepción	IHPEJ (ONG)	Servicio de Ayuda Católica	Plantación de árboles, construcción de micro-presas Sabo	Reforestación de micro presa Sabo	Cuenca de la presa Concepción	1999 - 2002	Administración de cuenca
Administración de cuenca	Reforestación de Bambú	Eco Bambú (ONG)		Plantación de árboles	Reforestación	Deslizamiento de Bambú	1999 -	Administración de cuenca
Suministro de agua	Rehabilitación de facilidades de abastecimiento de agua	SANAA	BID	Reconstrucción del tubo de agua de Picacho	Tubo de agua	Area urbana de Tegucigalpa	1999 - 2001	Rehabilitación
Suministro de agua	Rehabilitación de facilidades de abastecimiento de agua	SANAA	Japón	Reconstrucción del sistema de distribución de agua	Tubos de agua y tanques	Area urbana de Tegucigalpa	1999 - 2001	Rehabilitación
Institución	Preparación de actos de emergencia	COPECO	USAID/ UNDP	Preparación de instituciones para el sistema de emergencia nacional	Ley de emergencia nacional	Todo el país	2001.3 - 2001.8	Preparación para rehabilitación de emergencias
Educación	Educación primaria para prevención de desastres	COPECO/ Secretaría de Educación/ Cruz Roja	Cruz Roja	Educación para estudiantes de escuela primaria		Todo el país	En curso	
Promóstico/ alerta	Preparación de sistemas de pronóstico/alerta	SERNA/ SMN/ENEE/ SANAA	USGS	Establecimiento del sistema de alerta de inundación y deslizamiento	Sistema de pronóstico/alerta		2000.1 - 2001.12	Preparación para emergencia
Código estructural	Revisión de código estructural	COPECO	Banco Mundial	Revisión de código estructural para tener en cuenta los desastres naturales	Nuevo código estructural	Todo el país	2000.10 - 2001.9	Preparación
Uso del suelo	Preparación de nueva ley de uso de suelo	SERNA/Secretaría de Justicia		Preparación de la nueva ley de uso de suelo	Nueva ley de uso de suelo	Todo el país		
Mapa de amenaza	Preparación de mapa de amenaza	SERNA	USAID/USGS	Preparación del mapa de amenaza para 40 municipalidades que incluye Tegucigalpa	Mapa de amenaza	40 municipalidades	1999.3 - 2001.11	Preparación
Prevención de desastres	Reducción de vulnerabilidad a desastres naturales	SERNA/COPECO	Banco Mundial	Monitoreo/alerta, refuerzo de organización local	Sistema de monitoreo	Todo el país	200.11 - 2005.4	Preparación para emergencia

Tabla 4.1 Proyectos del Plan Maestro Propuestos

	Mitigación de Daños de Inundación	Mitigación de Daños de Deslizamiento	Común
Medidas Estructurales	Mejora del Río Choluteca Mejora de la salida de la Laguna del Pescado	Berrinche Reparto Bambu	-
Medidas no Estructurales	Manejo de Cuenca Plan de Uso de Suelo/Regulación de Uso de Suelo Aplicación de Código Estructural	Plan de Uso de Suelo/Regulación de Uso de Suelo	Educación/Enseñanza/Entrenamiento

Tabla 4.4 Volumen Estimado de Control de Erosion/Sedimentos en el Area de Proyecto Piloto

Quebrada	Material	Altura (m)	No. Presa	Sección (m ²)*	Ancho (m)	Volumen(m ³)
A) Micro-presa SABO						
Q.Santa Elena	Albañil seco	1	923	1.0	5.0	5.0
	Albañil seco	2	53	2.3	10.0	23.0
10	Gaviones	3	162	5.0	15.0	75.0
	Gaviones	4	14	7.8	20.0	156.0
Sub-total:			1,152			
Q.Jardinera	Albañil seco	1	574	1.0	5.0	5.0
	Albañil seco	2	236	2.3	10.0	23.0
	Gaviones	3	87	5.0	15.0	75.0
	Gaviones	4	-	7.8	20.0	156.0
Sub-total:			897			
Total:			2,049			
B) Barreras vivas Valerianas						
				Largo (m)	Ancho (m)	
Q. Santa Elena				6,400	100	
Q.Jardinera				5,550	100	
Total:				11,950		

* Incluye el dissipador de energía

Tabla 4.5 Area inundada y Logares de evaluación (en Caso de una Tormenta de Escala de Hurricane Mitch)

Area de inundación	Lugar de evacuación
Barrio El Chile	Tierras altas de Colonia El Porvenir
Barrio Abajo	Barrio Abajo, tierras altas de Barrio Los Dolores, Barrio Buenos Aires
Barrio El Centavo	Tierras altas de Barrio El Centavo
Barrio La Bolsa	Tierras altas de Barrio La Bolsa
Colonia El Prado	Colonia Humuya
Colonia Maradiaga	Barrio La Granja
Campo de Balompié	Tierras altas de Colonia Las Brisas
Colonia San José De La Vega	Tierras altas de Colonia San José De La Vega
Colonia Jardines De Loarque	Tierras altas de Colonia Jardines De Loarque
Colonia Satélite	Tierras altas de Colonia Satélite

Tabla 4.7 Reasentamiento de Casas para Medidas Estructurales

No.	Nombre de Bloque	No. de casas afectadas por deslizamientos	No. de casas a reubicar para medidas estructurales	Medidas Estructurales Planeadas
1	Canaan	113	60	Drenaje
2	Reparto	452	10	Drenaje, Excavación
3	Bambu	42	0	Drenaje
4	Bosque	196	40	Drenaje
5	Buena Vista	7	2	Drenaje e
6	Berrinche	361	0	Drenaje, Excavación
7	Campo Cielo	25	15	Drenaje
8	San Martin	74	60	Drenaje, Relleno de contrapeso
9	Flor 1	21	25	Relleno de contrapeso
10	Zapote Centro	126	70	Drenaje, Relleno de contrapeso
11	Zapote Norte	4	6	Relleno de contrapeso, Excavación
12	Villa Union	5	6	Relleno de contrapeso
13	Brasilia	61	40	Relleno de contrapeso
14	Centro America	6	2	Relleno de contrapeso
15	Nueva Esperanza	16	60	Excavación
16	Las Torres Este	19	15	Excavación
17	Las Torres Oeste	15	10	Excavación
Suma		1,543		

Tabla 4.8 Sitios de Evacuación Propuestos

Número	Nombre	Sitio de evacuación propuesto
1	Canaan	Las crestas de los lados este y oeste son adecuados. COL. CANAAN
2	Reparto	La cresta en el este es adecuada. COL. GUILLEN
3	Bambú	La cresta oeste es adecuada. Bo. EL EDEN No. 1 Co. ALTOS de LA CABANA
4	Bosque	La planicie al sur es adecuado. Bo. EL BOSQUE
5	Buena Vista	La planicie norte es adecuado. Bo. BUENA VISTA
6	Berrinche	Tanto en el lado superior como inferior del Río Choluteca es peligroso el banco izquierdo. La colina en el sentido del Centro o Cerro Grande es adecuado Bo. LA CHIVERA
7	Campo Ciero	Las áreas vecinas son peligrosas y está limitada la evacuación. La cresta norte u oeste es comparativamente estable y puede elegirse como área de evacuación. Co. CAMPO CIELO, Co. SAN MARTIN
8	San Martin	Las áreas vecinas están en áreas de peligro y es difícil seleccionar un área de evacuación. La planicie en el sur puede elegirse como un lugar seguro. Co. SAN MARTIN
9	Flor 1	Una pendiente suave encima del talud noreste es adecuada. Co. LA FLOR No. 1
10	Zapote centro	La parte superior noroeste es más segura que la planicie en el pie del talud. Co. FUERZAS ARMADAS
11	Zapote norte	Es mejor evitar el refugio a lo largo del arroyo. La parte superior del pie del talud sur es segura. Co. 3 de MAYO
12	Villa Union	Todos los taludes alrededor son áreas de peligro. La parte superior de la cresta a 300 m en el sentido sudeste es adecuada. Co. FLOR No. 1
13	Brasilia	La tierra baja sur con una pendiente suave. Co. EL CARRIZAL
14	Centro America	Hay muchas planicies en el vecindario. Re. CENTRO AMERICA
15	Nueva Esperanza	La pendiente superior suave es adecuada. Co. NUEVA ESPERANZA, Co. NUEVA ESPERANZA III ETAPA
16	Los Torres este	El altiplano a 50 m del talud. Co. INESTROZA
17	Los Torres oeste	El altiplano al sur es adecuado. Co. INESTROZA

Tabla 4.9 Matriz de Asignación y Funciones (Preparación contra Desastres)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MEDIDAS PREVENTIVAS									
COMITES DE APOYO	GERENCIA GENERAL	INSTALACION Y OBSERVACION DE EQUIPO DE HIDROMETEOROLOGICO	EJERCICIO DE EVACUACION	PRESERVACION DE COMIDA PARA EMERGENCIA	SISTEMA DE COMUNICACION PARA EMERGENCIA	MEJORAMIENTO DE RIO Y CANAL	PRESERVACION DE DESLIZAMIENTO	MONITOREO Y REGLAMENTACION DE USO DE TIERRA	REGLAMENTACION DE VIVIENDA	MANEJO DE CUENCA
1 FFAA			A	A	A	A	A			A
2 BONBEROS			A		A					A
3 CRUZ ROJA HONDURENA			A	A	A					
4 CRUZ VERDE			A	A	A					
5 BOY SCOUTS			A	A	A					A
6 SECRETARIA DE SALUD	A		A	A	A				A	A
7 IHSS										
8 COLEGIO MEDICO										
9 COLEGIO DE ENFERMERAS										
10 UNAH		A	A	A			A	A	A	
11 SOPTRAVI	A	A	A	A	A	A	A		A	
12 MUNICIPALIDAD DC	A		A	A	A	C	C	C	C	C
13 FHIS	A					A	A	A	A	A
14 SERNA	A	C	A			A	A	A	A	A
15 COHDEFOR	A				A	A	A	A		A
6 INA						A	A	A		A
17 SAG				A			A			A
18 SECRETARIA DE EDUCACION	A		A	A		A				A
19 ONGS/OPDS	A			A		A				A
20 CODEM-DC	C	A	C	C	A	A	A	A	A	A
21 ENEE	A	A	A		A					A
22 SECRETARIA DE GOBERNACION								A		
23 POLICIA NACIONAL			A	A	A					
24 SANAA	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
25 HONDUTEL			A	A	A					
26 CONATEL					C					
27 R/AFICIONADOS			A	A	A					
28 SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL		A	A							A
29 MINISTERIO PUBLICO			A	A		A	A	A		
30 INFOP	A		A	A						
31 SECRETARIA DE RR EE										
32 SETCO	A									
33 IHNFA										
34 IHMA			A	A						
35 BANASUPRO			A	A						
36 SECRETARIA DE TRABAJO										
37 SECRETARIA DE FINANZAS	A			A				A		A
38 CARE/CAMI				A						
39 COPECO	A	A	A	A	A		A	A	A	A
40 PMA				A						
41 COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE HONDURENO									A	
42 COLEGIO DE ARQUITECTOS									A	

Tabla 4.10 Matriz de Asignación y Funciones (Acciones de Emergencia)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		OPERACION DE EMERGENCIA										
COMITES DE APOYO		MONITOREO Y ALERTA	COMUNICACIONES	BUSQUEDA, RESCATE Y EVACUACION	SEGURIDAD	TRANSPORTE Y MAQUINARIA	ALBERGUES TEMPORALES Y ALIMENTACION	EVALUACION DE DANOS Y ANALISIS DE NECESIDADES	SALUD	MATERIALES PELIGROSOS	PROTECCION FORESTRAL	GESTION DE LA COOPERACION INTERNACIONAL
1	FFAA	A	A	C	A	A	A	A	A	A	A	
2	BONBEROS		A	A					A	A	A	
3	CRUZ ROJA HONDURENA	A	A	A		A	A	A	A			A
4	CRUZ VERDE			A			A	A	A			
5	BOY SCOUTS			A	A		A					
6	SECRETARIA DE SALUD		A			A	A	A	C	A		A
7	IHSS								A			
8	COLEGIO MEDICO								A			
9	COLEGIO DE ENFERMERAS								A			
10	UNAH	A					A	A	A	A		
11	SOPTRAVI					C		A				
12	MUNICIPALIDAD DC	A			A	A	C	A			A	A
13	FHIS					A	A	A				
14	SERNA	A				A		A		C	A	
15	COHDEFOR	A	A			A		A			C	
16	INA					A						
17	SAG					A		A		A	A	
18	SECRETARIA DE EDUCACION						A				A	
19	ONGS/OPDS						A					A
20	CODEM	C	C			A	A	C			A	A
21	ENEE	A	A				A	A			A	
22	SECRETARIA DE GOBERNACION							A			A	
23	POLICIA NACIONAL	A	A	A	C					A	A	
24	SANAA	A	A				A	A			A	
25	HONDUTEL		C		A		A					
26	CONATEL	A	A									
27	R/AFICIONADOS	A	A									
28	SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL	A	A								A	
29	MINISTERIO PUBLICO				A					A	A	
30	INFOP						A					
31	SECRETARIA DE RR EE											
32	SETCO		A			A						C
33	IHNFA						A					A
34	IHMA						A					
35	BANASUPRO						A					
36	SECRETARIA DE TRABAJO						A					
37	SECRETARIA DE FINANZAS											A
38	CARE/CAMI											
39	COPECO	A	A	A		A	A	A				A

Tabla 4.11 Matriz de Asignación y Funciones (Rehabilitación de Desastres)

		1	2	3	4	5	6	7	8
		OPERACION DE RECONSTRUCCION							
COMITES DE APOYO		RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA	REHABILITACION DE INSTALACIONES	ESTABILIZACION DE SITIO DE DESLIZAMIENTO	CONSTRUCCION DE VIVIENDA PARA REFUGIADOS	PREVENCION DE EPIDEMIAS	EDUCACION PARA LOS NINOS EVACUADOS	SEGURIDAD	GESTION DE LA COOPERACION
1	FFAA	A			A	A		A	
2	BONBEROS					A			
3	CRUZ ROJA HONDURENA				A	A			A
4	CRUZ VERDE				A	A			A
5	BOY SCOUTS								
6	SECRETARIA DE SALUD				A	C	A		A
7	IHSS					A			
8	COLEGIO MEDICO					A			
9	COLEGIO DE ENFERMERAS					A	A		
10	UNAH		A			A	A		
11	SOPTRAVI	A	A	A	C				A
12	MUNICIPALIDAD DC	C	A	C	A	A	A	A	A
13	FHIS	A	A	A	A				A
14	SERNA	A	A	A	A				A
15	COHDEFOR		A	A	A				
16	INA				A				
17	SAG								
18	SECRETARIA DE EDUCACION						C		A
19	ONGS/OPDS	A	A	A	A	A	A		A
20	CODEM DC	A	C	A	A		A	A	A
21	ENEE		A		A				
22	SECRETARIA DE GOBERNACION							A	
23	POLICIA NACIONAL(Secretaria de Seguridad)				A			C	
24	SANAA	A	A	A	A	A			A
25	HONDUTEL		A		A			A	
26	CONATEL		A					A	
27	R/AFICIONADOS								
28	SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL(SOPTRAVI)		A						
29	MINISTERIO PUBLICO				A			A	
30	INFOP				A		A		
31	SECRETARIA DE RR EE								A
32	SETCO								C
33	IHNFA						A	A	
34	IHMA								
35	SUPLIDORA NACIONAL DE PRODUCTOS BASICOS BANASUPRO								
36	SECRETARIA DE TRABAJO								
37	SECRETARIA DE FINANZAS								A
38	CARE/CAMI								A
39	COPECO		A		A		A		A
40	PMA				A				A
41	COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE HONDURENO	A			A				
42	COLEGIO DE ARQUITECTOS	A			A				
43	OIM				A				

Tabla 4.12 Costo del Proyecto

Items	Unidad		Cantidad	Proyecto de Master Plan			Proyecto Prioritario			
	Unidad	Costo(USD)		Monto(USD)			Monto(USD)			
				Total	L.C.	F.C.	Total	L.C.	F.C.	
1. Mitigación de daños de inundación				33,124,336.0	25,275,380.1	7,848,955.8	19,971,478.3	13,693,742.9	6,277,735.3	
1.1 Medidas estructurales				31,554,452.7	24,064,697.7	7,489,754.9	19,920,478.3	13,693,742.9	6,226,735.3	
Excavación de Tierra	m ³	6.44	709,810	4,571,176.4	1,930,683.2	2,640,493.2	709,810	4,571,176.4	1,930,683.2	2,640,493.2
Excavación de Roca	m ³	14.50	38,163	553,363.5	304,922.4	248,441.1	38,163	553,363.5	304,922.4	248,441.1
Muro de contención (A)	m	1,883.25	2,543	4,789,104.8	4,332,229.4	456,875.4	2,543	4,789,104.8	4,332,229.4	456,875.4
Muro de contención (B)	m	1,878.43	5,175	9,720,875.3	8,791,134.8	929,740.5	0			
Pared de parapeto	m	296.57	2,451	726,893.1	670,936.7	55,956.3	290	86,005.3	79,384.6	6,620.7
Gavión	m	364.67	3,853	1,405,073.5	1,192,503.5	212,570.0	3,853	1,405,073.5	1,192,503.5	212,570.0
Trabajos de pilotes	piezas	93,058.30	52	4,839,031.6	3,266,668.6	1,572,363.0	52	4,839,031.6	3,266,668.6	1,572,363.0
Relleno de contrapeso	m ³	0.79	42,631	33,678.5	14,068.2	19,610.3	42,631	33,678.5	14,068.2	19,610.3
Trabajos de anclaje	ls.	370,220.89	1	370,220.9	205,597.5	164,623.4	1	370,220.9	205,597.5	164,623.4
Spoil Bank	m ³	0.79	959,562	758,053.9	316,655.4	441,398.5	954,797	754,289.5	315,082.9	439,206.5
Gavión h=4m (Depósito de escombros)	m	270.64	1,800	487,152.0	392,544.0	94,608.0	1800	487,152.0	392,544.0	94,608.0
Muro de contención(Depósito de escombros)	m	1,883.25	400	753,300.0	681,436.0	71,864.0	400	753,300.0	681,436.0	71,864.0
Pared de parapeto(Depósito de escombros)	m	296.57	300	88,971.0	82,122.0	6,849.0	300	88,971.0	82,122.0	6,849.0
Refuerzo de Puente Mallol	ls.		1	322,445.6	293,487.9	28,957.7	1	322,445.6	293,487.9	28,957.7
Reemplazo de Puente Mallol	ls.	951,867.99	1	951,868.0	826,256.3	125,611.7				
Trabajos de remoción (Puente)	ls.	316,578.8	1	316,578.9	160,439.1	156,139.8				
Laguna del Pescado	ls.	77,404.30	1	77,404.3	52,578.8	24,825.5	1	77,404.3	52,578.8	24,825.5
Reemplazo de tubos de desagüe	m	455.55	1,100	501,105.0	471,570.0	29,535.0	1,100	501,105.0	471,570.0	29,535.0
Reemplazo de Suministro de agua	ls.		1	288,156.4	78,863.9	209,292.5	1	288,156.4	78,863.9	209,292.5
1.2 Medidas No Estructurales				1,569,883.3	1,210,682.4	359,200.9	51,000.0	0.0	51,000.0	
Manejo de cuenca	ls.		1	1,518,883.3	1,210,682.4	308,200.9				
Sistema de Alerta(transmisor)	ls.	17,000.00	3	51,000.0		51,000.0	3	51,000.0		51,000.0
2. Mitigación de daños de deslizamiento				5,248,009.7	3,602,043.8	1,645,965.9	4,548,009.7	2,902,043.8	1,645,965.9	
2.1 Medidas Estructurales				4,363,009.7	2,902,043.8	1,460,965.9	4,363,009.7	2,902,043.8	1,460,965.9	
Berrinche	ls.	3,090,747.03	1	3,090,747.0	1,973,840.9	1,116,906.1	1	3,090,747.0	1,973,840.9	1,116,906.1
Reparto	ls.	1,184,313.06	1	1,184,313.1	860,894.6	323,418.5	1	1,184,313.1	860,894.6	323,418.5
Bambú	ls.	87,949.58	1	87,949.6	67,308.3	20,641.3	1	87,949.6	67,308.3	20,641.3
2.2 Medidas No Estructurales				885,000.0	700,000.0	185,000.0	185,000.0	0.0	185,000.0	
Reasentamiento	casas	3,500.00	200	700,000.0	700,000.0					
Sistema de alerta(transmisor)	ls.	15,000.00	4	60,000.0		60,000.0	4	60,000.0		60,000.0
(Receptor)	ls.	125,000.00	1	125,000.0		125,000.0	1	125,000.0		125,000.0
3. Otros				2,000,000.0	2,000,000.0	0.0	500,000.0	500,000.0	0.0	
Educación	ls.		1	1,000,000.0	1,000,000.0		1	500,000.0	500,000.0	
Sistema de mitigación de desastres	ls.		1	1,000,000.0	1,000,000.0					
4. Costo de Construcción Directo				40,372,345.7	30,877,423.9	9,494,921.7	25,019,488.0	17,095,786.7	7,923,701.2	
5. Administración				2,492,102.1	2,492,102.1		1,724,459.2	1,724,459.2		
Administración	ls.			2,018,617.3	2,018,617.3		1,250,974.4	1,250,974.4		
Costo de Tierra	casas	47,348.48	10	473,484.8	473,484.8		10	473,484.8	473,484.8	
6. Servicio de Ingeniería				6,789,595.3	1,701,795.3	5,087,800.0	3,615,317.6	975,717.6	2,639,600.0	
7. Contingencia Física				4,037,234.6	3,087,742.4	949,492.2	2,501,948.8	1,709,578.7	792,370.1	
(Sub-total : 4+5+6+7)				53,691,277.7	38,159,063.7	15,532,213.9	32,861,213.6	21,505,542.2	11,355,671.3	
8. Contingencia de precios				10,220,000.0	7,710,000.0	2,510,000.0	3,830,000.0	2,530,000.0	1,300,000.0	
Total				63,911,277.7	45,869,063.7	18,042,213.9	36,691,213.6	24,035,542.2	12,655,671.3	

Tabla 4.13 Programa de Implementación

Items	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Diseño Detallado																
Proceso de Licitación																
Construcción																
1 Medidas estructurales																
Excavación de tierra																
Excavación de rocaa																
Muro de contención (A)																
Muro de contención (B)																
Gavión																
Pared de parapeto																
Trabajos de pilotes																
Releno de contrapeso																
Trabajos de anclaje																
Depósito de escombros																
Gavión(depósito de escombros)																
Muro de contención(depósito de escombros)																
Pared de parapeto(depósito de escombros)																
Laguna del Pescado																
Puente Mallol(refuerzo)																
Puente Mallol(reemplazo)																
Trabajos de remoción																
Reemplazo de tubos de desagüe																
Reemplazo de Suministro de Agua																
Medidas No Estructurales																
Manejo de cuenca																
Sistema de alerta																
2 Prevención de deslizamiento																
Medidas Estructurales																
Bermeche																
Reparto																
Bambú																
Medidas No Estructurales																
Reasentamiento																
Sistema de alerta																
3 Otros																
Educación																
Sistema de Información de Administración de Desastres																
Administración																
Sipervisión de Construcción																

Tabla 5.3 Selección (Control de Inundación y Prevención de Deslizamiento)

Ítem ambiental		Descripción	Evaluación	Observación (razón)	
Ambiente social	1	Reasentamiento	Reasentamiento debido a ocupación de tierra (transferencia de derechos de residencia/propiedad de la tierra)	S	Prevención de deslizamiento de tierra de Reparto
	2	Actividades económicas	Pérdida de la base de actividades económicas, tales como la tierra, y cambio de la estructura económica	N	
	3	Instalaciones públicas y del tráfico	Impactos en las escuelas, hospitales y condiciones de tráfico actuales, tales como el aumento de congestión del tráfico y accidentes	S	Tráfico para trabajos civiles
	4	División de comunidades	La comunidad se divide debido a interrupción del tráfico en el área	N	
	5	Propiedades culturales	Daño o pérdida de valor de iglesias, templos, pagodas, restos arqueológicos remanentes u otros bienes culturales	S	Puente Malloí
	6	Derechos de agua y derechos de común	Obstrucción de derechos de pesca, derechos de agua, derechos de común	N	
	7	Estado de salud pública	Problemas de salud pública y del estado sanitario por la basura y aumento de bichos	N	
	8	Residuos	Generación de residuos de la construcción, escombros, troncos	S	Trabajos civiles
	9	Peligro (riesgo)	Aumento del peligro por derrumbamiento del suelo, cavernas, etc.	N	
Ambiente natural	10	Topografía y Geología	Cambios de topografía y geología valiosa debido a trabajos de excavación o relleno	N	Trabajos de drenaje Excavación del lecho del río
	11	Erosión del suelo	Erosión de la capa superficial por lluvias después de reclamación y deforestación	N	
	12	aguas subterráneas	Baja el nivel del agua subterránea por extracción excesiva y agua turbia por trabajos de construcción	S	
	13	Situación hidrológica	Cambios de la descarga del río, velocidad del caudal y estado del lecho del río por trabajo de relleno y canal de desvío	S	
	14	Zona costera	Erosión costera y cambio de vegetación por reclamación costera y cambios en la costa	N	
	15	Fauna y Flora	Obstrucción de cría y extinción de especies por cambios en las condiciones del hábitat	Desconocido	
	16	Meteorología	Cambios de temperatura, lluvias, viento, etc. por reclamación en gran escala y construcción de edificios	N	
17	Paisaje	Cambios de la topografía y vegetación por reclamación. Deterioro de la armonía estética por estructuras	N		
Contaminación	18	Contaminación de aire	Contaminación por gases de escape o gas tóxico de vehículos o fábricas	S	Tráfico de trabajos civiles
	19	Contaminación del agua	Contaminación por disminución de descarga o entrada de sedimentos	S	Excavación del lecho del río
	20	Contaminación del suelo	Contaminación por descarga o difusión de alcantarillado o sustancias tóxicas	Desconocido	Excavación del lecho del río
	21	Ruido y vibración	Ruido y vibraciones generados por vehículos y operaciones de bombeo	S	Por trabajos civiles
	22	Hundimiento de tierra	Deformación de la tierra y hundimiento de la tierra por bajada del nivel de aguas subterráneas	N	
	23	Mal olor	Generación de gases del escape y mal olor por construcción de instalaciones y su funcionamiento	N	

Tabla 5.4 Alcance

Ítem ambiental		Evaluación	Razón	
Ambiente social	1	Reasentamiento	B	Reasentamiento de cinco casas en la mejora de la quebrada de El Cacao
	2	Actividades económicas	D	Sin efecto
	3	Instalaciones públicas y del tráfico	D	Sin efecto
	4	División de comunidades	D	Sin efecto
	5	Propiedades culturales	A	Estructuras históricas en Centro y Comayagüela cerca del río Choluteca
	6	Derechos de agua y derechos de terreno común	D	Sin efecto
	7	Estado de salud pública	D	Sin efecto
	8	Residuos	B	Producidos por trabajos civiles
	9	Peligro (riesgo)	D	Sin efecto
Ambiente natural	10	Topografía y Geología	D	Sin efecto
	11	Erosión del suelo	D	Sin efecto
	12	aguas subterráneas	D	El trabajo de drenaje bajará el nivel del agua subterránea
	13	Situación hidrológica	D	Sin efecto
	14	Zona costera	D	Sin efecto
	15	Fauna y Flora	C	A confirmar en el reconocimiento de campo
	16	Meteorología	D	Sin efecto
	17	Paisaje	D	Sin efecto
contaminación	18	Contaminación de aire	C	Por trabajos civiles
	19	Contaminación del agua	B	Por trabajos civiles
	20	Contaminación del suelo	C	A confirmar en las muestras y pruebas
	21	Ruido y vibración	B	Por trabajos civiles
	22	Hundimiento de tierra	D	Sin efecto
	23	Mal olor	D	Sin efecto

Nota 1; categorías de evaluación:

- A se espera un impacto grave
- B se espera cierto impacto
- C no se sabe el grado de impacto (es necesario un examen. El impacto se vuelve claro a medida que continúa el estudio.)
- D no se espera un impacto. No es necesario el IEE/EIA

Nota 2; se debe evaluar refiriéndose a la "explicación del ítem"

Tabla 6.1 Investigación por Perforación

Perforación No.	Profundidad (m)	Perforación No.	Profundidad (m)
<i>El Berrinche</i>		C-1	15
B-1	40	C-2a	17
B-2	50	C-2b	8
B-3	35	C-3	20
B-4	25	C-4	15
B-5	25	<i>El Reparto</i>	
B-6	60	R-1	39
B-7	25	R-2	30
B-8	25	R-3	35
B-9	30	R-4	35
W-1	25	R-5	7
W-2	35	R-6	4
Total de Metros lineales de Testigo		600 m	

Tabla 6.5 Programa de Implementación

Items	2002	2003	2004	2005	2006
Diseño Detallado	■				
Proceso de Licitación		■			
Construcción			■	■	■
1 Medidas estructurales			■	■	■
Excavación de tierra			■	■	■
Excavación de rocaa				■	■
Muro de contención (A)			■	■	■
Muro de contención (B)				■	■
Gavión				■	■
Pared de parapeto					■
Trabajos de pilotes			■	■	■
Releno de contrapeso				■	■
Trabajos de anvlaje			■	■	■
Depósito de escombros			■	■	■
Gavión(depósito de escombros)			■	■	■
Muro de contención(depósito de escombros)			■	■	■
Pared de perapeto(depósito de escombros)				■	■
Laguna del Pescado			■		
Puente Mallol(refuerzo)			■		
Puente Mallol(reemplazo)					
Trabajos de remocoon					
Reemplazo de tubos de desagüe			■	■	■
Reemplazo de Suministro de Agua			■	■	■
Medidas No Estructurales					
Manejo de cuenca					
Sistema de alerta			■		
2 Prevención de deslizamiento					
Medidas Estructurales					
Berrinche			■	■	■
Reparto			■	■	■
Bambú			■		
Medidas No Estructurales					
Reasentamiento					
Sistema de alerta			■		
3 Otros					
Eduación			■	■	■
Sistema de Información de Administración de Desastres			■	■	■
			■	■	■
Administración			■	■	■
Sipervisión de Construcción			■	■	■
			■	■	■