

REPORTE DE APOYO

**M: PLAN DE MEJORAMIENTO
DEL RIO**

Reporte de Apoyo M: Plan de Mejoramiento del Río

Contenido

1.	CONDICIONES ACTUALES DE LA CUENCA Y DEL RÍO-----	M.1
1.1	Condiciones de la Captación-----	M.1
1.2	Condiciones del Río-----	M.4
1.3	Instalaciones Actuales del Río-----	M.14
2.	BASES PARA EL PLANEAMIENTO-----	M.17
2.1	Año meta-----	M.17
2.2	Marco Socioeconómico-----	M.17
2.3	Area a ser Protegida-----	M.17
2.4	Período de Retorno de la Inundación Diseño-----	M.18
3.	ESTUDIOS BASICOS-----	M.19
3.1	Medidas Básicas para el Control de Inundación-----	M.19
3.2	Estudio de la Combinación de Medidas-----	M.23
3.3	Estudio en la Parte Baja del Mejoramiento de la desembocadura-----	M.24
3.4	Estudio sobre el Cause del Río en el Area de Olomega-----	M.26
3.5	Análisis del Sedimento-----	M.28
4.	PLAN MAESTRO PARA EL MEJORAMIENTO DEL RÍO-----	M.30
4.1	Principios para el Diseño de las Instalaciones-----	M.30
4.2	Diseño Preliminar de las Instalaciones-----	M.34
4.3	Cantidad de Obras-----	M.37
4.4	Selección del Proyecto Prioritario-----	M.38
5.	MEJORAMIENTO DEL RÍO (PROYECTO PRIORITARIO)-----	M.41
5.1	Estudio Básico para el Proyecto Prioritario-----	M.41
5.2	Diseño Preliminar de la Instalación para el Proyecto Prioritario-----	M.42
5.3	Cantidad de las Obras-----	M.44
5.4	Estudio de los Esquemas Parciales para el Proyecto Prioritario-----	M.44

Lista de Cuadros y Figuras en el Reporte de Apoyo M

Cuadro M.1.1	Marcas Altas y Bajas en el Puerto El Triunfo-----	M.T.1
Cuadro M.1.2	Datos del Estudio de la Producción de Sedimento -----	M.T.2
Cuadro M.1.3	Longitud y Altura de Diques Existentes -----	M.T.3
Cuadro M.3.1	Cantidades y Costos de Obras para las Alternativas (Combinación de Medidas)-----	M.T.4
Cuadro M.3.2	Comparación de Alternativas-----	M.T.5
Cuadro M.3.3	Costos Estimados para Alternativas (Final de la Parte Baja del Mejoramiento) -----	M.T.6
Cuadro M.3.4	Comparación de Alternativas (Final de la Parte Baja del Mejoramiento) -----	M.T.7
Cuadro M.3.5	Costos Estimados para Alternativas (Cursos del Río en Area de Olomega)-----	M.T.8
Cuadro M.3.6	Comparación de Alternativas (Cursos del Río en el Area de Olomega) -----	M.T.9
Cuadro M.3.7	Tamaño Medio de Gránulos en los Materiales del Lecho del Río-----	M.T.10
Cuadro M.4.1	Concepto del Mejoramiento de Canal (Plan Maestro)---	M.T.11
Cuadro M.4.2	Perfil y Corte Diseño (Plan Maestro) -----	M.T.12
Cuadro M.4.3	Cantidad de Obras, Plan Maestro -----	M.T.13,14
Cuadro M.4.4	Costo del Proyecto, Plan Maestro -----	M.T.15
Cuadro M.5.1	Concepto del Mejoramiento del Canal-----	M.T.16
Cuadro M.5.2	Perfil y Corte Diseño (Proyecto Prioritario)-----	M.T.17

Cuadro M.5.3	Cantidad de Obras, Proyecto Prioritario -----	M.T.18, 19
Cuadro M.5.4	Costo del Proyecto -----	M.T.20
Cuadro M.5.5	Costos para Mejoramientos Parciales del Proyecto Prioritario-----	M.T.21
Figura M.1.1	Sistemas de Ríos en El Salvador-----	M.F.1
Figura M.1.2	Sistema del Río Grande de San Miguel-----	M.F.2
Figura M.1.3	Condiciones Climáticas del Area de Estudio-----	M.F.3
Figura M.1.4	Area Inundada -----	M.F.4
Figura M.1.5	Perfiles del Río Grande de San Miguel Existente -----	M.F.5
Figura M.1.6	Ubicación de Rocas Expuestas-----	M.F.6
Figura M.1.7	Precipitación, Descarga y Nivel del Agua Mensual-----	M.F.8
Figura M.1.8	Duración de Flujo del Río Grande de San Miguel -----	M.F.9
Figura M.1.9	Descarga Máxima Anual-----	M.F.10
Figura M.1.10	Ubicación y Tamaño de Gránulo de los Materiales del Lecho del Río -----	M.F.11
Figura M.1.11	Curvas de Clasificación en Materiales del Lecho del Río -----	M.F.12
Figura M.1.12	Muestras de Agua y Análisis de Calidad -----	M.F.13
Figura M.1.13	Instalaciones Existentes en el Río Grande de San Miguel -----	M.F.14
Figura M.1.14	Curso del Río y Estructuras de Desagüe de la Laguna de Olomega -----	M.F.15

Figura M.1.15	Desagüe de El Jocotal y Estructuras de Drenaje-----	M.F.16
Figura M.3.1	Medidas para el Control de Inundaciones -----	M.F.17
Figura M.3.2	Medidas Concebibles para el Control de Inundaciones--	M.F.18
Figura M.3.3	Esquemas Alternativos para Combinación de Medidas -	M.F.19
Figura M.3.4	Distribución de Descarga para Alternativas (Combinación de Medidas)-----	M.F.20
Figura M.3.5	Esquemas Alternativos para el Final en la Parte Baja del Mejoramiento -----	M.F.21
Figura M.3.6	Perfiles Calculados para Alternativas (Final de la Parte Baja del Mejoramiento)-----	M.F.22
Figura M.3.7	Esquemas Alternativos para Cursos del Río en el Area de Olomega -----	M.F.23
Figura M.3.8	Distribuciones de Descarga para Alternativas (Cursos del Río en el Area de Olomega)-----	M.F.24
Figura M.3.9	Curvas de Clasificación de Materiales de la Barra de Arena -----	M.F.25
Figura M.3.10	Características del Flujo de Sedimento del Canal Existente-----	M.F.26
Figura M.3.11	Velocidad de Fricción y Tamaño de Gránulo-----	M.F.27
Figura M.4.1	Distribución de Descarga Diseño y Plan Esquemático (Plan Maestro)-----	M.F.28
Figura M.4.2	Alineación Diseño del Río Grande de San Miguel-----	M.F.29
Figura M.4.3	Perfil del Canal Diseño-----	M.F.40
Figura M.4.4	Corte Representativo del Canal Diseño-----	M.F.43
Figura M.4.5	Corte Standard del Dique -----	M.F.48

Figura M.4.6	Diseño Standard de Obras de Revestimiento-----	M.F.49
Figura M.4.7	Diseño Standard de Esclusa de Drenaje -----	M.F.50
Figura M.4.8	Diseño Standard de Reborde -----	M.F.51
Figura M.4.9	Diseño Standard de Puente -----	M.F.52
Figura M.4.10	Excavación del Canal y Area de Inundación-----	M.F.53
Figura M.5.1	Distribución de la Descarga Diseño -----	M.F.54
Figura M.5.2	Plan Esquemático para el Mejoramiento del Río Grande de San Miguel -----	M.F.55



REPORTE DE APOYO M: PLAN DE MEJORAMIENTO DEL RIO

1. CONDICIONES ACTUALES DE LA CUENCA Y DEL RIO

1.1 Condiciones de la Captación

(1) Ubicación y Area de la Cuenca

El Salvador está ubicado en América Central, extendiéndose aproximadamente en latitud desde 1310'N a 1430'N y en longitud desde 8740'W a 9010'W. El Río Grande de San Miguel se ubica en la parte oriental del país.

Existen diez (10) sistemas de ríos importantes en El Salvador, como se muestra en la Fig. M.1.1. La Cuenca del Río Grande de San Miguel es la segunda cuenca en tamaño en El Salvador, la cual tiene un área total de la cuenca de 2,247 km², seguido por el Río Lempa. El Río Lempa tiene un área total de cuenca de 18,246 km², de los cuales, 10,255 km² (56 %) se encuentran en el territorio de El Salvador y el resto en Honduras (30 %) y Guatemala (14 %).

El sistema del Río Grande de San Miguel, se muestra en la Fig. M.1.2. Los Ríos Guayabal y Villerías, los cuales se originan en las áreas montañosas cerca de Cacaopera, Delicias de Concepción y Ciudad Barrios, son los principales afluentes en la Cuenca Alta del Río Grande de San Miguel. Después de que estos dos ríos se unen cerca de Agua Zarca, éstos cambian el nombre al Río Grande de San Miguel, el cual fluye hacia el sur saliendo del área montañosa. El río cambia su curso hacia el oeste cerca de la Laguna de Olomega, pasando por la Laguna del Jocotal, cambiando de nuevo al norte, hacia la confluencia con el Río Ereaguayquin y finalmente fluye hacia el Océano Pacífico. La longitud total del Río Grande de San Miguel, es casi de 124 km desde la confluencia con los ríos Guayabal y Villerías hasta el mar.

El área de la cuenca del Río Grande de San Miguel es de 2,247 km² en total. Las áreas de la cuenca en las secciones más importantes del Río Grande de San Miguel y en los

principales afluentes, son los siguientes:

1) Río Grande de San Miguel en la confluencia con los Ríos Guayabal / Villerías	: 825.0 km ²
Río Guayabal	: 452.5 km ²
Río San Francisco	: 112.6 km ²
Río Seco	: 153.6 km ²
Ríos Yawabal/San Diego	: 128.5 km ²
Otras cuencas	: 57.8 km ²
Río Villerías	: 372.5 km ²
Río Cana	: 121.2 km ²
Río Chapellique	: 227.1 km ²
Otras cuencas	: 24.2 km ²
2) Río Grande de San Miguel en la confluencia con el Río Taisihuat	: 1,061.2 km ²
Río San Esteban	: 85.0 km ²
Río Raisihuat	: 97.2 km ²
Otras cuencas	: 54.0 km ²
3) Río Grande de San Miguel en El Delirio	: 1,637.0 km ²
4) Río Grande de San Miguel en Vado Marín	: 1,900.0 km ²
5) Río Grande de San Miguel en Las Conchas	: 2,246.8 km ²

(2) Topografía

La cuenca aguas arriba del Puente Urbina es montañosa y la pendiente del canal es comparativamente empinada. La estación limnimétrica en Villerías, se ubica aguas abajo de la confluencia con los ríos Guayabal y Villerías. Desde el Puente Urbina en la Ciudad de San Miguel, se extienden planicies hacia el mar, excepto por las secciones con cascadas en El Delirio y en Vado Marín.

Las tierras que se ubican aguas arriba de las cascadas son planas y bajas. La Laguna de Olomega se ubica aguas arriba de las cascadas de El Delirio y la Laguna El Jocotal se ubica aguas arriba de las cascadas de Vado Marín. El río serpentea en estas planicies. Las tierras a lo largo del río y de las lagunas han estado sufriendo de inundaciones frecuentes. Una estación limnimétrica se encuentra ubicada en Vado Marín.

En los tramos desde Vado Marín hasta la confluencia del Rfo Ereguayquín, la ribera izquierda tiene colinas, mientras que la ribera derecha es plana y parte de la falda del Volcán de San Miguel forma pendientes empinadas. La pendiente del lecho del río es muy pequeña o inversa. La cuenca del Rfo Ereguayquin está cubierta por depósito de flujo de lodo y la erosión del suelo es muy notable.

En los tramos río abajo de la confluencia con el Rfo Ereguayquín, el Rfo Grande de San Miguel fluye entre colinas en donde los canales tienen pendientes empinadas y sale de las montañas, cerca de Las Conchas. Desde Las Conchas, el río fluye hacia la planicie aluvial y luego hacia los estuarios y manglares.

(3) El Clima

El clima en El Salvador es dominado por monzones. El país está sujeto a la circulación de aire transitorio tropical, tal como las depresiones, tormentas tropicales y huracanes.

La variación mensual en la temperatura, humedad, viento y precipitación en la cuenca, se muestra en la Fig. M.1.3, seleccionando dos estaciones: una en El Papalón, la cual se ubica en la cuenca media y otra en San Francisco Gotera en la cuenca alta. Sus características más importantes se presentan a continuación:

- Los cambios en la temperatura media mensual son pocos a lo largo del año. La temperatura promedio anual es alrededor de 27°C en ambas estaciones.
- Las temporadas de lluvia y seca son distintivas. La temporada lluviosa se da desde Mayo a Octubre y la temporada seca para el resto del año. Cerca del 95 % de la precipitación anual se concentra en ambas estaciones durante la temporada lluviosa.
- La precipitación media anual es de 1,431 mm en El Papalón y de 2,048 mm en San Francisco Gotera. La lluvia tiene una tendencia de ocurrir en la tarde y en

la noche. Las lluvias fuertes son ocasionadas por depresiones tropicales y por huracanes.

- La humedad relativa media mensual cambia dependiendo de la precipitación mensual, que va desde 58 % a 82 % en El Papalón y de 53 % a 80 % en San Francisco Gotera.

(4) Inundaciones

De acuerdo al levantamiento de inundaciones conducido por el Equipo de Estudio, las áreas de máxima y frecuentemente inundación y el área inundada por la inundación de 1995, se muestran en la Fig. M.1.4. Las áreas inundadas para casos respectivos se muestran a continuación:

- Áreas inundadas por la inundación de 1995: 133.7 km²
- Áreas de máxima inundación donde los residentes han experimentado más o menos los efectos de la inundación en el pasado (referida como área con potencial de inundación): 174.8 km².
- Las áreas frecuentemente inundadas que sufren de inundación una vez cada 2 años o más (referida como área de frecuente inundación): 75.5 km².

Las áreas más afectadas por inundaciones se ubican en la Ciudad de San Miguel, Olomega, El Jocotal, San Antonio y Usulután. Estas áreas han venido sufriendo de los siguientes daños e inconveniencias:

- Daños a las viviendas y las propiedades,
- Daños a la producción agrícola y ganadera.
- Obstrucción de tráfico y otras actividades socioeconómicas,
- Empeoramiento de las condiciones sanitarias, y
- Otras molestias en la vida de la gente.

1.2 Condiciones del Río

(1) El Canal del Río

El Río Grande de San Miguel se extiende en 124 km, desde la desembocadura del río hasta converger con los ríos Guayabal y Villerías, donde el río cambia su nombre al Río Grande de San Miguel.

Por conveniencia de descripción, el Río Grande de San Miguel se dividió en los siguientes tramos, dependiendo de las características topográficas y de la convergencia con los afluentes:

- 1) Tramos Bajos desde la desembocadura del río (0.0 km) hasta El Delirio (75.1 km): los Tramos Bajos se subdividen en los tramos L1 hasta L4 en la parte baja en El Limón (18.3 km), converge con el Río Ereguayquin (27.7 km), Vado Marín (42.9 km) y El Delirio (75.1 km).
- 2) Tramos Medios desde El Delirio (75.1 km) hasta la convergencia con los ríos Guayabal y Villerías (123.9 km): los tramos medios se subdividen en M1 a M6 desde río abajo, confluencia con el Desagüe de Olomega (76.6 km), divergencia del Río La Pelota (85.6 km), la Laguna de Aramuaca (96.7 km), el puente Moscoso (108.8 km), la confluencia con el Río Taisihuat (112.8 km) y la convergencia con los ríos Guayabal y Villerías (123.9 km).

A las cuencas del río a lo largo de los Tramos Bajo y Medio se les llama Cuenca Baja y Media, respectivamente. La cuenca río arriba de la Cuenca Media se le llama Cuenca Alta.

Las capacidades de descarga del Río Grande de San Miguel existente, se calcularon basadas en el último reconocimiento del río, conducido por el Equipo de Estudio. La capacidad del canal lleno se calculó mediante la fórmula de flujo uniforme, asumiendo el Coeficiente de Manning de dureza $n=0.035$ para todos los tramos del río, como se muestra a continuación:

(Pendiente y Capacidad del Canal)

Extensión			Pendiente Promedio	Capacidad del Canal (m ³ /s)
Código	Desde	Hasta		
Tramos Bajos (Desde la desembocadura del río hasta El Delirio)				
L1	Desembocadura	El Limón	1/1,450	-
L2	El Limón	Río Ereguayquin	1/1,080	340
L3	Río Ereguayquin	Vado Marín	1/2880	450
L4	Vado Marín	Puente El Delirio	1/2260	70
Tramos Medios (Desde El Delirio hasta los ríos Guayabal y Villerías)				
M1	El Delirio	Desagüe Olomega	1/1,660	1,320
M2	Desagüe Olomega	Río Pelota	1/1,660	265
M3	Río La Pelota	Laguna Aramuaca	1/1,660	580
M4	Laguna Aramuaca	Puente Moscoso	1/1,500	450
M5	Puente Moscoso	Río Taisihuat	1/1,040	1,870
M6	Río Taisihuat	Río Villerías	de 1/1,040 a 1/800	de 1,180 a 920

Los perfiles del canal se muestran en la Fig. M.1.5. Las características principales del Río Grande de San Miguel, son las siguientes:

- 1) Existe una caída significativa del lecho del río de unos 30 m en El Delirio (las cascadas de El Delirio) y una caída pequeña de unos pocos metros en Vado Marín (los rápidos de Vado Marín).
- 2) En los tramos río abajo, desde la convergencia del Río Ereguayquin (tramos L1 y L2), la pendiente del canal cambia abruptamente a despeñadero. En los tramos río arriba de la confluencia (tramo L3), la pendiente del lecho del río se nivela o se invierte hasta Vado Marín.
- 3) La capacidad del canal es alta en los tramos río arriba del Puente Moscoso (tramos M5 y M6) y en los rápidos del Delirio.
- 4) La capacidad del canal es baja en los tramos L4 y M2. Especialmente en el tramo L4 a lo largo de la Laguna El Jocotal, el ancho del canal es estrecho y su capacidad es solo de 70 m³/s.

De acuerdo con el reconocimiento geológico conducido por el Equipo de Estudio, se encontraron rocas expuestas en el lecho del río y/o en las riberas del río a lo largo de los siguientes tramos:

- 1) Tramos río abajo del Río Grande de San Miguel con la convergencia del Río Ereaguayquin: de la sección No. SM24 hasta la SM30
- 2) Tramos río abajo del Río Grande de San Miguel del Puente Vado Marín: desde la sección SM54 hasta la SM58
- 3) El Río Grande de San Miguel cerca del Puente El Delirio: desde la sección SM96 hasta la SM104
- 4) El Río Grande de San Miguel cerca de la Ciudad de San Miguel: desde la sección SM162 hasta la SM170
- 5) La parte alta del Río Grande de San Miguel: desde la sección SM180 hasta la SM182
- 6) Desagüe de Olomega: alrededor de OLI

Las ubicaciones de rocas expuestas, se muestran en la Fig. M.1.6 para Vado Marín, El Delirio y Olomega. La mayoría son rocas suaves, excepto por las rocas duras al pie del Cerro El Chichipate, cerca de El Delirio.

(2) Flujo del Río y Nivel de Agua de la Laguna

Las descargas promedio mensuales en las estaciones más importantes en el Río Grande de San Miguel y el nivel de agua de la Laguna de Olomega, se muestran en la Fig. M.1.7, junto con las precipitaciones mensuales para las estaciones de San Francisco Gotera y El Papalón. De acuerdo con esta cifra, la escorrentía máxima ocurre en Septiembre en los tramos río arriba de la Laguna de Olomega y en Octubre en los tramos río abajo de las Lagunas de Olomega y El Jocotal. La escorrentía mínima ocurre en Marzo en todas las estaciones. La descarga promedio mensual se incrementa hacia los tramos río abajo.

De acuerdo a los registros del nivel de agua de la Laguna de Olomega de 1970 a 1978, el nivel más alto ocurre en Septiembre u Octubre. Durante Julio y Agosto, el nivel de agua de la Laguna de Olomega no disminuye de acuerdo al patrón de lluvia mensual.

Los registros del nivel de agua de la Laguna El Jocotal no estaban disponibles. Juzgando por las descargas promedio mensuales en Vado Marín y Las Conchas, el nivel alto de agua de la Laguna El Jocotal, tiende a ocurrir en Octubre.

La duración del flujo del Río Grande de San Miguel se ha calculado usando los registros disponibles en las estaciones de Moscoso, El Delirio, Vado Marín y Las Conchas. El resultado se muestra en la Fig. M.1.8.

(3) Flujo de Inundación

A continuación, se presentan las características del flujo de inundación del Río Grande de San Miguel:

Descarga de Inundación Pico: Las descargas máximas anuales en las respectivas estaciones a lo largo del Río Grande de San Miguel, son extraídas y comparadas entre sí en la Fig. M.1.9. Las estaciones de Villerías y Moscoso se ubican río arriba de las Lagunas de Olomega y El Jocotal y las estaciones de Vado Marín y Las Conchas están río abajo de la Laguna El Jocotal. Las descargas máximas anuales en las estaciones de Vado Marín y Las Conchas se mantienen con un nivel significativamente más bajo que las estaciones de Villerías y Moscoso; aunque la descarga promedio mensual aumenta hacia los tramos río abajo, como se muestra en la Fig. M.1.7. Probablemente esto se deba a la retención de escorrentía por las lagunas e inundación en los tramos río arriba.

Tiempo de Concentración de la Escorrentía: El tiempo de concentración de la escorrentía se estimó en 6 horas en la Estación de Villerías y de 7 días en la Estación de Las Conchas.

Clasificación de las Inundaciones Anteriores más Importantes: Basados en la descarga anual máxima de los datos de precipitación media de 7 días en la cuenca, se efectuó la clasificación de las inundaciones pasadas más importantes desde 1959, como se muestra a continuación. No hay datos de descarga disponibles después de 1980.

Clasificación de las Pasadas Inundaciones

Clasificación	Año	Descarga Pico en Vado Marín	Precipitación media de 7 días en la Cuenca
1	1988	-	326.8 mm
2	1992	-	299.8 mm
3	1982	-	285.3 mm
4	1974	307.9 m ³ /s	271.8 mm
5	1969	296.0 m ³ /s	-
6	1966	289.8 m ³ /s	-

(4) Nivel de la Marea

Existe en El Salvador solamente una estación de medición de marea en Cutuco (La Unión). Cuadros de predicción de la marea para los puertos de Cutuco, El Triunfo, La Libertad y Acajutla, se publican por la IGN cada año en el "Almanaque de Mareas". Se asume que el nivel de la marea en Puerto El Triunfo es aplicable a la desembocadura del Río Grande de San Miguel. El nivel de la marea en El Triunfo, así como también el de La Libertad y Acajutla, se predice basándose en la marea del Puerto de Cutuco, mediante el ajuste de tiempo y amplitud, como se muestra a continuación:

(Factores de Ajuste para Obtener el Nivel de la Marea)

Nombre del Puerto	Ubicación	Intervalo de tiempo (min.)		Multiplicador para la amplitud de la marea		MSL sobre LWL (m)
		Alta	Baja	Alta	Baja	
Cutuco (La Unión)	N 13.20, W 87.49	0	0	1.00	1.00	1.53
La Libertad	N 13.29, W 89.19	-26	0	0.67	0.67	1.01
Acajutla	N 13.34, W 89.50	-25	-3	0.64	0.64	0.98
El Triunfo	N 13.16, W 88.33	-10	-10	0.85	0.85	1.28

Para poder estimar el nivel alto de agua (MHW) y el nivel bajo de agua (MLW) en El Triunfo, se tomaron los niveles alto y bajo de la marea en La Unión de los cuadros de mareas del "Almanaque de Mareas" de 1994 a 1996 y se convirtieron en los niveles en Puerto El Triunfo (ver Cuadro M.1.1). Los niveles calculados del MHW y el MLW en el Puerto El Triunfo son usados como condiciones del nivel de agua en la desembocadura del Río Grande de San Miguel y se muestran a continuación:

MHW = 1.39 m., MSL (1.41 m., MSL de Mayo a Octubre: temporada lluviosa)

MLW = -1.43 m., MSL (-1.40 m., MSL de Mayo a Octubre: temporada lluviosa)

(5) Rendimiento de Sedimento

De acuerdo al reconocimiento del sitio e interpretación de los mapas topográficos y fotografías aéreas, no se encontraron colapsos a gran escala en las pendientes montañosas en la cuenca alta del Río Grande de San Miguel.

Por otro lado, el mapa geológico del Area de Estudio muestra depósitos de flujo de lodo volcánico, el cual está distribuido ampliamente en las cuencas altas de los ríos San Esteban y Ereaguayquin, incluyendo los ríos Zope, Mejicapa, Constancia, Batres y San Diego.

Es necesario considerar que la porción principal del rendimiento de sedimento en el Río Grande de San Miguel, se debe a colapsos de pequeña escala en las pendientes montañosas y erosiones secundarias en los lados de los canales del río dentro de las áreas de flujo de lodo volcánico, tales como las cuencas de los ríos de San Esteban y Ereaguayquin.

De acuerdo al mapa actual del uso de suelos, la mayor parte de la cuenca alta del Río Grande de San Miguel es utilizada para pastizales y tierras de cultivo de granos básicos.

Las cuencas más altas de los ríos Villerías y Ereguayquin son utilizadas para el cultivo de café. Los cultivos de café parecen proteger la tierra de erosión. No obstante, en la actualidad, estos campos comparten una pequeña porción de la cuenca.

Existen dos clases de datos para el rendimiento de sedimento, los datos de sólidos en suspensión del Río Grande de San Miguel por el MAG y los datos de sedimentación del embalse del Río Lempa por la CEL.

Los datos de sólidos en suspensión por el MAG cubren de 1970 a 1980. Basados en los datos del MAG, se calculó el rendimiento promedio anual de la siguiente manera (ver Cuadro M.1.2):

$$358,000 \text{ m}^3/\text{año} = 393 \text{ m}^3/\text{año}/\text{km}^2 \text{ en Villerías}$$

$$393,000 \text{ m}^3/\text{año} = 366 \text{ m}^3/\text{año}/\text{km}^2 \text{ en Moscoso}$$

El rendimiento de sedimento total habrá de ser más grande que los valores mencionados anteriormente, debido a que el arrastre de fondo no se incluye en los sólidos en suspensión y no siempre se hicieron mediciones durante las inundaciones.

Debido a que no existe ninguna presa en la cuenca del Río Grande de San Miguel, se recolectaron los datos de sedimento en el embalse del Río Lempa por la CEL para el estudio del rendimiento de sedimento. A lo largo del Río Lempa, existen cuatro presas, las cuales son las presas de Güija, Cerrón Grande, 5 de Noviembre y 15 de Septiembre, para los tramos altos. El rendimiento promedio anual de sedimento se estimó en $948 \text{ m}^3/\text{año}/\text{km}^2$, como se muestra en el Cuadro M.1.2.

(6) Materiales del Lecho del Río

El Equipo de Estudio hizo un reconocimiento de los materiales del lecho a lo largo del Río Grande de San Miguel y sus tributarios más importantes, en 15 sitios (ver Fig. M.1.10). En cada sitio, se tomaron 3 muestras en la barra del lecho y en las riberas izquierda y derecha.

El tamaño de los gránulos de los materiales del lecho se muestran en las mencionadas Fig. M.1.10 y M.1.11. De acuerdo a los resultados del reconocimiento, se pueden apreciar las siguientes características en los materiales del lecho del río:

1) Las muestras de los materiales del lecho tomados de la barra o arenal son de arena gruesa y uniforme, en comparación con las muestras de las riberas. Esto se explica porque los materiales de la barra se han ido seleccionando con el flujo de agua. Sin embargo, las muestras de los tributarios en la cuenca alta (sitios C1 y G1) y de El Delirio (sitios S4 y S5), muestran una diferente naturaleza probablemente por verse afectadas por la topografía del lugar.

2) Clasificación de los materiales en la barra del lecho del río:

- Las muestras del cauce principal del Río Grande de San Miguel (sitios del S1 al S9), excepto por S4 y S5, muestran una clasificación similar.
- El tamaño del grano medio en promedio (d50) es de 1.28 mm, variando de 0.95 a 1.60 mm.
- Los tamaños de los gránulos en los sitios S4, S5, C1 y G1 son relativamente pequeños y con un granulado similar y el tamaño del grano medio (d50) varía de 0.34 a 0.56 mm.
- Las muestras del Río Ereaguayquin, muestran un granulado diferente y el tamaño del grano medio (d50), varía de 0.66 a más de 2.00 mm.

3) Clasificación de los materiales de las orillas del río:

- Las muestras del puesto S1, muestran un tamaño considerablemente pequeño de grano, esto se debe probablemente a la ubicación del sitio de muestreo.
- Las muestras S2, S3, S4 y S5 muestran un granulado diferente entre sí. Estos materiales de las riberas no se han formado por el flujo de sedimento del Río Grande de San Miguel.
- La clasificación de los sitios S6 al S9 (excepto S6-RBL) es similar, con un tamaño de grano medio (d50) de 0.43 mm en promedio, variando de 0.29 a 0.59 mm.

- La clasificación de los sitios U1 al U5 es también similar, con un tamaño de grano medio (d50) de 0.42 mm en promedio, variando de 0.23 a 0.63 mm.

Vale la pena mencionar que las curvas de graduación del granulado en el Río Grande de San Miguel en los puestos S6 al S9 y aquellos del Río Ereaguayquin, son similares.

(7) Calidad del Agua

De acuerdo a los datos observados durante la temporada seca en 1981, los valores de DBO en Moscoso y Villerías, muestran una alta concentración de 15.2 ppm y 6.6 ppm, respectivamente. Los valores de DBO, durante la temporada lluviosa fueron menores que 3.0 ppm. El agua del río está contaminada debido a los desechos domésticos e industriales.

El Equipo de Estudio condujo un análisis de calidad de agua. Las muestras se tomaron una vez en Mayo/1996 (temporada seca) y una vez en Julio, 1996 (temporada lluviosa). Los resultados del análisis de la calidad del agua se muestra en la Fig. M.1.12. Los valores DBO para Mayo, 1996 en Moscoso y Urbina fueron 4.7 ppm y 9.3 ppm, respectivamente.

De acuerdo al resultado del análisis, la calidad del agua del Río Grande de San Miguel, se puede resumir de la siguiente manera:

- 1) La calidad de agua del Río Grande de San Miguel es muy baja en todas las ubicaciones, especialmente aguas abajo de la Ciudad de San Miguel. Los valores de TP, TN y DBO en el mes de Mayo (mes más seco), caen en las siguientes variaciones:

TP : de 0.64 a 4.13 ppm

TN : de 7.9 a 15.3 ppm

DBO : de 1.75 a 20.2 ppm

2) Se considera que las fuentes de contaminación del Río Grande de San Miguel son las siguientes:

Desechos urbanos de la Ciudad de San Miguel

Desechos de ganado esparcidos por toda el área

Aguas residuales del procesamiento de caña de azúcar y café

3) La calidad de agua en la Laguna de Olomega es baja en términos de TP, TN, DBO y COD. Las posibles fuentes de contaminación de la Laguna son:

Aguas residuales y otros contaminantes de su propia captación

Agua de inundación del Río Grande de San Miguel

1.3 Instalaciones Actuales del Río

(1) Estructuras en el Río

Las instalaciones actuales en el Río Grande de San Miguel se muestran en la Fig. M.1.13.

Las mayores instalaciones para el control de inundación del Río Grande de San Miguel son los diques a lo largo del cauce. De acuerdo al resultado del reconocimiento del río conducido por el Equipo de Estudio, el largo de los diques actuales se muestra en el Cuadro M.1.3. Los diques se proporcionan a casi una décima parte de la distancia total del río desde la Sección SM0 (Río Santa Rita) hasta SM135 (Laguna de Aramuaca).

El MAG ha instalado 3 bombas de succión en el Río Grande de San Miguel con el propósito de irrigación, entre estas, dos bombas han sido abandonadas y solamente una es operada por una cooperación agraria. Se estima que la capacidad de la bomba es de $0.17 \text{ m}^3/\text{s}$

Existe un tomadero en la Planta Hidroeléctrica de San Esteban aguas arriba del Río San Esteban. No obstante, la planta hidroeléctrica fue abandonada en 1991.

Existen cuatro (4) puentes a través del Río Grande de San Miguel en los tramos aguas abajo del Puente Moscoso. Los puentes son: Moropala, Vado Marín, El Delirio y Moscoso. De acuerdo al reconocimiento adicional del río efectuado por el Equipo de Estudio, el largo y la elevación de estos puentes, son los siguientes:

Puente	Largo (metros)	Elevación* (m.s.n.m.)
Moropala	52	24.9
Vado Marín	33	24.2
El Delirio	32	50.3
Moscoso (nuevo)	140	96.0

* Elevación del miembro inferior de la viga del puente

Actualmente se están reconstruyendo los puentes de Vado Marín y Moscoso. En el cuadro anterior, las dimensiones del Puente de Vado Marín son del puente antiguo, las cuales no cambiarán considerablemente después de la reconstrucción.

(2) Laguna de Olomega

La Laguna de Olomega juega un papel importante para el control de inundaciones del Río Grande de San Miguel, aunque es una laguna natural. Se ha usado también la laguna para la pesca. Un vertedero de concreto se ha equipado en la boquera del Desagüe de la Laguna de Olomega. Esta boca de salida ha tenido una historia conflictiva entre agricultores y pescadores, como se muestra a continuación:

Antes de 1940: El cauce principal del Río Grande de San Miguel se ubicaba al sur del río actual (ver Fig. M.1.14).

Década de los Cuarenta: Una severa sequía azotó al área y se redujo el espejo de agua de la Laguna de Olomega. Los agricultores, tomando ventaja de la reducción del agua, colocaron sus mojoneros dentro del área de la laguna actual.

1960-70: El MAG y los propietarios de tierras, cambiaron el cauce del río hacia el norte, a la ubicación actual para proteger las tierras de inundaciones.

1977-78: Tuvieron nuevamente otra fuerte sequía y el área de la laguna se redujo. Los pescadores tuvieron que trasladarse a las lagunas artificiales a lo largo del Río Lempa para pescar.

- 1977-78: Se construyó un dique para proteger las áreas al norte de la laguna de inundaciones.
- 1984-1986: El grupo de pescadores cerró el escurridero de la Laguna de Olomega hacia el Desagüe para mantener un nivel alto del agua de la laguna
- 1986-1992: El nivel de la laguna subió y se desbordó hacia el Desagüe de Olomega de una manera incontrolable.
- 1992: El flujo de agua empezó a formar un cauce hacia el Desagüe de Olomega. Sin embargo, el escurridero de la laguna aún no era un canal sino un desbordamiento al azar.
- 1993-1995: Una ONG representando a los pescadores, construyó un vertedero de concreto a la entrada del Desagüe de Olomega (Ver Fig. M.1.14).
- 1995-1996 Los lados del vertedero de concreto se estriaron.
- Actualmente: La ONG ha presentado una solicitud ante el MAG para reparar la estructura

(3) Laguna El Jocotal

La Laguna El Jocotal también ha estado sirviendo para el control de inundación y pesca. El Desagüe de El Jocotal es el único canal que conecta a la Laguna El Jocotal con el Río Grande de San Miguel. Al inicio del desagüe se ha instalado un vertedero hecho de gavión. En los tramos aguas abajo del vertedero existe un puente de alcantarillado que cruza del desagüe de la Laguna El Jocotal, cerca de la Hacienda El Milagro. Aunque no se ha suministrado una puerta, el alcantarillado controla los afluentes y efluentes de la Laguna El Jocotal. Estas estructuras se muestran en la Fig. M.1.15.

La Laguna El Jocotal y sus áreas de alrededor han sido designadas como área de reserva para proteger la flora y fauna natural.

2. BASES PARA EL PLANEAMIENTO

2.1 Año Meta

El Plan Maestro para el control de inundaciones se preparará para satisfacer las necesidades socioeconómicas del Area de Estudio en el año meta para el planeamiento.

El año meta se fijó en el año 2020, por las siguientes razones:

- Se ha preparado el Plan de Desarrollo Nacional de El Salvador para el período hasta 1999 y la población se ha proyectado hasta el año 2020.
- Se propuso un plan de desarrollo urbano para la Ciudad de San Miguel en 1992, para un periodo de unos 20 años.

2.2 Marco Socioeconómico

A continuación, se presenta el marco socioeconómico del Area de Estudio para el presente y la perspectiva para el año objetivo 2020.

POBLACION	(1992)	(2020)
Area de Estudio	474,000	1,041,000
Todo el País	5,119,000	8,534,000
ECONOMIA	(1994)	(2020)
PIB (Todo el país)	US\$ 8,070 millones	US\$ 36,410 millones
Tasa de crecimiento promedio	6 %/año desde 1994 hasta el año 2020	
USO DE SUELO	(1995-96)	(2020)
Area urbana	29 km ² (1.3 %)	58 km ² (2.6 %)
Area agrícola	359 km ² (16.0 %)	530 km ² (23.6 %)
Pastizales / cosecha	1,464 km ² (65.1 %)	964 km ² (42.9 %)
Bosque	331 km ² (14.7 %)	631 km ² (28.1 %)
Otros	14 km ² (2.8%)	64 km ² (2.8%)
ESTRUCTURA de la Población en 1992:	(Area de Estudio)	(Todo el País)
Agricultura	46.8 %	35.5 %
Comercio	14.5 %	15.0 %
Manufactura	10.2 %	14.8 %

2.3 Area a ser Protegida

El área a ser protegida por el proyecto para el control de inundación, se ubica dentro del área con potencial de inundación, donde los residentes han experimentado más o menos inundaciones en el pasado (174.8 km²). El área con potencial de inundación cubre:

La Ciudad de San Miguel (áreas fluviales)

El área de Olomega

El área de El Jocotal

El área de Usulután

De las áreas a ser protegidas se excluyeron algunas áreas alrededor de la Laguna El Jocotal, Laguna de Olomega y Laguna de San Juan, debido a su baja topografía. El total del área a ser protegida es de 155 km².

2.4 Período de Retorno de la Inundación Diseño

El período de retorno de la inundación diseño se determinó en 10 años para el Plan Maestro, tomando lo siguiente en consideración:

- El área a ser protegida se mantendrá como un área rural, excepto por las áreas cerca de la Ciudad de San Miguel, aunque se espera que el área protegida se mejorará en el futuro. Por consiguiente, el daño potencial por inundación es bajo, en comparación con el daño en el área urbana.
- El tamaño de la cuenca del río es mediano,
- Debido a esto, una inversión a gran escala no sería económica.

3. ESTUDIOS BASICOS

3.1 Medidas Básicas para el Control de Inundación

(1) Medidas Concebibles

Para poder llevar a cabo el control de inundaciones, se emplearán las medidas estructurales y no estructurales en una forma comprensible. Las medidas se muestran en la Fig. M.3.1.

Para el control de inundación del Río Grande de San Miguel, se optarán por las siguientes medidas:

1) Medidas Estructurales

Mejoramiento del Río

Aliviadero de crecidas

Retención del agua de inundación

2) Medidas No Estructurales

Manejo de Cuencas Hidrográficas

Manejo de Planicies Inundables

Las medidas concebibles para el control de inundaciones en el Area de Estudio se muestran en la Fig. M.3.2.

En este reporte se discute principalmente el control de inundación por medio de medidas estructurales. Las discusiones sobre las medidas no estructurales se presentan en el REPORTE DE APOYO - J (Plan para el Manejo de Cuencas Hidrográficas) y el REPORTE DE APOYO - K (Plan para las Planicies Inundables).

(2) Mejoramiento del Río

El mejoramiento del río es una de las principales medidas para el control de inundaciones. El mejoramiento del río mediante el sistema de diques, excavación del

canal y el canal de cauce recto se consideraron para el Río Grande de San Miguel (ver Fig. M.3.2).

Sería favorable fijar el Nivel Alto de Diseño del Agua abajo de la elevación de la tierra circundante, lo máximo que las circunstancias lo permitan, para que las aguas lluvias en las áreas de alrededor puedan drenar por gravedad.

La excavación del canal es efectiva al bajar el Nivel Alto de Diseño del Agua. Aunque las inundaciones excedan la escala diseño, el canal excavado puede mitigar las inundaciones en las tierras fluviales. No obstante, el mejoramiento del río por medio de la excavación del canal, requiere algunas veces de una gran cantidad de trabajos de movimiento de tierra y el canal excavado puede ocasionar dificultades en el uso del agua y crear problemas de sedimentación.

Mientras tanto, el mejoramiento del río mediante el sistema de diques, requiere generalmente menos trabajos de tierra y puede evitar el inconveniente del problema del uso del agua. Sin embargo, el sistema de diques puede causar problemas de drenaje en las áreas protegidas por el dique y sus tributarios. El dique no puede hacerle frente a una inundación anormal que exceda la escala diseño.

Los métodos de mejoramiento, tales como la excavación del canal y el sistema de diques fueron seleccionados tramo por tramo, considerando el perfil longitudinal general del río y la topografía de la cuenca de alrededor.

El canal de cauce recto permite un paso suave del agua de inundación, acortando la longitud del canal, aumentando la pendiente y suavizando el alineamiento. Debido a que el canal de cauce recto trae cambios drásticos en el perfil del canal, es necesario que se hagan estudios cuidadosos y se controle el flujo de agua y sedimento.

(3) Esquemas del Aliviadero de Crecidas

Con anterioridad se han estudiado dos esquemas de aliviaderos de crecidas para el Area de Estudio, el de Olomega y el de San Felipe. No obstante, los aliviaderos de Olomega y San Felipe no se incorporaron como esquemas alternos de control de inundación del Río Grande de San Miguel. Los siguientes párrafos presentan el resumen de los esquemas y la razón por la cual éstos no se tomaron en cuenta.

Esquema del Aliviadero de Olomega: Este esquema se ha estudiado como un componente del Proyecto de Olomega, propuesto en 1967. El aliviadero tiene como objetivo desviar el agua de inundación del Río Grande de San Miguel hacia la Laguna de Olomega y almacenarla allí para mitigar la inundación en la Cuenca Baja. Las características principales del esquema del aliviadero son las siguientes:

- 1) La mayor parte de las crecidas del Río Grande de San Miguel se desvía en una sección cerca de la Laguna de Aramuaca, hacia la Laguna de Olomega, mediante un nuevo aliviadero.
- 2) Las crecidas que excedan la descarga diseño del aliviadero se vaciarán en el Río Grande de San Miguel existente.
- 3) El nivel de agua de la laguna aumentará mediante el dique alrededor de la laguna, para poder detener las crecidas.

Sin embargo, no se recomendó el aliviadero de Olomega, principalmente debido a las siguientes razones:

- 1) El drenaje de las áreas ubicadas al norte de la laguna es difícil debido al alto nivel de agua de la laguna, el cual ha subido por la retención del dique.
- 2) Una gran cantidad de sedimento fluirá hacia la laguna y podría llenarla de sedimento.
- 3) Se agravaría la ecología de la laguna debido al sedimento y al agua contaminada que fluye hacia la laguna.
- 4) El esquema se planeó hace 30 años y la condición social ha cambiado en la cuenca.

Esquema del Aliviadero de San Felipe: El esquema fue estudiado por el MAG en 1990 como un esquema alternativo para mitigar inundaciones en la área baja de Usulután.

Este esquema tiene como objetivo desviar el agua de inundación del Río Grande de San Miguel hacia el área del estero, acortando por la colina en el Cantón de San Felipe. No se recomendó este esquema por las siguientes razones:

- 1) El esquema requiere de una gran cantidad de excavación, alrededor de 2 millones de m³ o más, de los cuales, la mayoría son materiales rocosos.
- 2) Por consiguiente, el costo del trabajo es mayor que el costo del mejoramiento del canal del río existente.
- 3) El aliviadero cambiará las condiciones de agua y flujo de sedimento y puede causar efectos adversos en los tramos aguas abajo.
- 4) La sección del aliviadero tendrá pendientes altas en las orillas del río de alrededor de 35 m. Se anticipan problemas en el uso del agua y mantenimiento después de la conclusión del aliviadero.

(4) Esquemas de la Retención del Agua de Inundación

La presa multi-propósito propuesta en San Esteban (Presa de San Esteban) tiene un área de captación de 825 km² y se estima efectiva para el control de inundación, así como para la generación de energía hidroeléctrica y para irrigación. Existen otros sitios posibles para presas en la Cuenca Alta. Estas presas no son efectivas para el control de inundación debido a que están muy lejos del área a ser protegida y sus áreas de captación son muy pequeñas (menores de 80 km²).

La Laguna de Olomega ha estado sirviendo para el almacenamiento de agua de inundación en la Cuenca Media. El almacenamiento mitiga la amenaza de inundación hacia los tramos aguas abajo. La Laguna de Olomega tiene un área de 20 km² y es posible almacenar una cantidad de agua de inundación de 20 millones de m³ para una profundidad efectiva de 1.0 m. El uso de la actual Laguna de Olomega permite eliminar los problemas como la selección del sitio y la adquisición de la tierra.

La Laguna El Jocotal y sus áreas de alrededor han sido reservadas para proteger el medio ambiente ecológico en la Cuenca Baja. Existe una gran área baja a lo largo del Río Grande de San Miguel, cerca de la laguna y sería difícil hacer que toda el área sea

libre de inundación. Para poder proteger la ecología, no se recomienda usar la Laguna El Jocotal para la retención de inundación. Sin embargo, la laguna ha estado sirviendo para el almacenamiento de aguas de inundación.

Por consiguiente, se estudió la Presa de San Esteban y la Laguna de Olomega como medidas alternativas para el control de inundación en el Río Grande de San Miguel. La función de almacenamiento del agua de inundación de la actual Laguna del Jocotal, se reserva para el control de crecidas del Río Grande de San Miguel.

3.2 Estudio de la Combinación de Medidas

(1) Esquemas Alternativos

De acuerdo a las discusiones en la previa subsección, las medidas que componen el control de inundación para el Río Grande de San Miguel son:

- 1) Mejoramiento del Río,
- 2) Retención de crecidas en la Presa de San Esteban y
- 3) Retención de crecidas en la Laguna de Olomega.

Por medio de la combinación de las medidas estructurales anteriores, se establecieron cuatro casos de esquemas alternativos para seleccionar un Plan Maestro óptimo para el control de inundaciones (ver la Fig. M.3.3):

- Alternativa 1: Mejoramiento del río sin presa y sin almacenamiento en la Laguna de Olomega.
- Alternativa 2: El mejoramiento del río sin presa y con almacenamiento en la Laguna de Olomega.
- Alternativa 3: El mejoramiento del río con presa y con almacenamiento en la Laguna de Olomega.
- Alternativa 4: El mejoramiento del río con presa y sin almacenamiento en la Laguna de Olomega.

El mejoramiento del río es una medida básica para el control de inundación y se considera necesario en todos los casos para obtener un control de inundación complementario.

(2) Selección para un Esquema Óptimo

La distribución de la descarga diseño se calculó primeramente para cada alternativa, como se muestra en la Fig. M.3.4, basada en la inundación con un período probable de retorno de 10 años. El perfil longitudinal y la sección del canal del río, la Presa de San Esteban y otras estructuras relacionadas, se diseñaron preliminarmente basadas en la descarga diseño. Las estructuras relacionadas incluyen esclusas de drenaje, rebordes, puertas de captación, vertedero lateral, compuerta de expulsión y puentes.

Se estimaron las cantidades de los trabajos de las respectivas alternativas para los trabajos del canal, trabajos de presas, adquisición de tierra y compensación de viviendas. Las cantidades de los trabajos estimados y costos directos se resumen en el Cuadro M.3.1.

Finalmente, se compararon cuatro esquemas alternativos entre sí, desde los puntos de vista económico, financiero, social, técnico y ambiental, como se muestra en el Cuadro M.3.2.

En conclusión, se seleccionó la Alternativa 2 como el esquema óptimo del Plan Maestro de control de inundación, por las siguientes razones:

- 1) El costo total es el más bajo y el más económico
- 2) El impacto social negativo es muy pequeño
- 3) Los impactos positivos en el medio ambiente son muchos
- 4) Técnicamente, no hay una dificultad significativa
- 5) Los daños por inundación serán mitigados en la mayoría de las áreas propensas a inundación y las áreas podrán ser desarrolladas principalmente para fines agrícolas.

3.3 Estudio en la Parte Baja del Mejoramiento de la Desembocadura

(1) Esquemas Alternativos

Los tramos del estero del Río Grande de San Miguel aguas abajo de la sección SM13, se dividieron en cuatro tramos dependiendo de las condiciones del canal y el uso de suelo de las áreas fluviales. A continuación se presentan los tramos y condiciones de las tierras fluviales:

- 1) El Río Santa Rita desde la desembocadura del río (océano) hasta SR21+0.20k: el canal del río existente es lo suficientemente ancho y no es necesario un mejoramiento.
- 2) El tramo L1-1 desde SR21+0.20k hasta SM1 (final de la tierra cultivada): El río forma un ramal que está rodeado por manglares. El canal es de poca profundidad y estrecho.
- 3) El tramo L1-2 desde SM1 hasta SM7 (Cerro El Encantado): El canal del río es de poca profundidad y estrecho. Esta extensión está en zona de transición y contiene agua de mar y agua fresca afectada por la marea. Las áreas fluviales se usan para tierra de cultivos de baja productividad. No existe ningún dique a lo largo del río.
- 4) El tramo L1-3 desde SM7 hasta SM13 (Río El Limón): Las áreas fluviales se usan como tierra de cultivo y la tierra está protegida por un dique de tierra.

El mejoramiento del río habrá de extenderse en general hasta el mar, para poder drenar el agua de inundación desde las cuencas altas hacia el océano, sin causar daños en las áreas fluviales. Sin embargo, el mejoramiento del canal en la extensión L1-1 requiere talar los manglares a lo largo del cauce del río. Se discutirá el tema de la tala del mangle. Se estudió la parte baja del mejoramiento del canal desde el punto de vista de los esquemas alternativos de las diferentes magnitudes del mejoramiento.

Considerando la situación actual del río y de las tierras fluviales, los siguientes esquemas de alternativa se establecieron para los tramos aguas abajo desde SM13, para poder discutir el nivel óptimo del extremo más bajo del mejoramiento del río (ver Fig. M.3.5):

Esquema	Excavación Del Canal	Dique
Alternativa 1	Hasta el final de la tierra cultivada (SM1)	Hasta el Cerro El Encantado (SM7)
Alternativa 2	Hasta el final de la tierra cultivada (SM1)	Hasta el final de la tierra cultivada (SM1) Arriba
Alternativa 3	Hasta el Río Santa Rita (SR21+0.20k)	Hasta el final de la tierra cultivada (SM1) Arriba

(2) Selección del Esquema Optimo

Se calcularon los perfiles de la superficie de los esquemas respectivos y se muestran en la Fig. M.3.6. La diferencia en los perfiles es muy pequeña entre las Alternativas 2 y 3. Por consiguiente, la Alternativa 3 no tiene ninguna ventaja sobre la Alternativa 2.

El Cuadro M.3.3 muestra el costo estimado de cada alternativa. Los méritos y las desventajas de estas alternativas se compararon entre sí, desde varios aspectos y se muestran en el Cuadro M.3.4.

La Alternativa 1 tiene ventajas sobre la Alternativa 2 y también sobre la Alternativa 3. Las tierras de cultivos a lo largo del tramo L1-2, las cuales están protegidas por la Alternativa 2, están ubicadas en la zona de agua salada y aun permanecen con productividad baja.

En conclusión, se seleccionó la Alternativa 1, la cual es la más baja en costo y tiene el menor impacto en el ambiente.

3.4 Estudio sobre el Cauce del Río en el Area de Olomega

(1) Esquemas de Alternativa

El Río La Pelota se bifurca cerca de la Hacienda Potrero Verde y fluye hacia abajo por alrededor de 5.7 km hacia la puerta de escape de la Laguna de Olomega, pasando por la laguna. Por lo general, el Río La Pelota es muy seco. El agua de inundación fluye una pocas veces al año durante la temporada de inundación. El Desagüe de Olomega

es de casi 6 km de largo y conecta la Laguna de Olomega con el Río Grande de San Miguel.

Para poder usar la Laguna de Olomega como una facilidad de almacenamiento, es necesario un canal de desviación (el Canal de Desviación de Olomega) para conectar el Río Grande de San Miguel y la Laguna.

En relación con la red de canales consistente en el Río Grande de San Miguel principalmente, el Río La Pelota, el canal de desviación y el desagüe de Olomega, se requiere de un estudio alternativo para determinar las rutas óptimas de estos ríos y canales.

Tres rutas alternativas son concebibles para el Río Grande de San Miguel y son las siguientes:

Esquema	Ruta Principal del Río Grande de San Miguel
Alternativa 1	La misma ruta que el río existente
Alternativa 2	La misma ruta que el río existente con canal de cauce recto en los tramos bajos
Alternativa 3	Las rutas actuales del Río La Pelota y el Desagüe de Olomega. El actual Río Grande de San Miguel servirá como un canal de drenaje local.

Las alternativas se muestran esquemáticamente en la Fig. M.3.7. De acuerdo con el resultado del análisis de escorrentía, las distribuciones de descarga para estos esquemas se muestran en la Fig. M.3.8. Basados en el diseño preliminar de instalaciones, las cantidades de las obras y el costo del proyecto de estos esquemas se estiman para el tramo desde SM103 hasta SM120-0.26k del Río Grande de San Miguel, como se muestra en el Cuadro M.3.5.

(2) Selección del Esquema Óptimo

Debido a que el beneficio de estos esquemas es el mismo, el esquema óptimo se seleccionó basándose en el costo más bajo y el esquema se revisó desde varios aspectos relacionados al proyecto, como se muestra en el Cuadro M.3.6.

La Alternativa 2, en la cual el Río Grande de San Miguel toma la misma ruta que la actual con el canal de cauce recto en los tramos bajos desde SM113, fue finalmente seleccionada.

3.5 Análisis del Sedimento

(1) Tamaño Representativo del Grano de los Materiales del Lecho del Río

Los tamaños representativos de los gránulos del Río Grande de San Miguel, tales como d_{50} , d_{60} y d_{65} , fueron estimados y se muestran en el Cuadro M.3.7, basándose en los datos del reconocimiento realizado por el Equipo de Estudio. Los tamaños d_{50} , d_{60} y d_{65} muestran el tamaño de grano en donde éste comparte el 50, 60 y 65 % del peso total, respectivamente.

Con los datos de las muestras tomadas en el arenal del lecho del río, se muestran las curvas de clasificación en la Fig. M.3.9. Las curvas de clasificación son similares en cada tramo, excepto las muestras de los tributarios en la parte alta (C1, G1), los rápidos de El Delirio (S4, S5) y el sitio U4, el cual está probablemente afectado por condiciones locales. El tamaño medio del grano de los tramos respectivos del río son los siguientes:

Tramo	Muestra	d_{50} (mm)	d_{60} (mm)	d_{65} (mm)
Tramos Bajos	S1 a S3	1.21	1.53	1.69
Tramos Medios	S6 a S9	1.34	1.70	1.88
Río Ereguayquin	U1 a U3, U5	1.04	1.5 ²	1.76

(2) Velocidad de Fricción en el Canal Existente

La velocidad de la fricción bajo condiciones de flujo en banco lleno (velocidad de fricción del banco lleno) es empíricamente conocida como un factor dominante que forma la sección del canal de nivel bajo de agua. La velocidad de fricción se puede definir así:

$$U^* = (g R I)^{0.5}$$

Donde,

- U* : Velocidad de fricción (m/s)
- g : Aceleración de la gravedad (= 9.80 m/s²)
- R : Profundidad media hidráulica (m)
- I : Gradiente de energía

Se calculó la velocidad de fricción del banco lleno del canal existente, la cual se muestra en la Fig. M.3.10, junto con otras características del canal, tales como la pendiente del canal, profundidad media y ancho del canal.

Basados en datos de canal en el Japón, el Dr. Koichi Yamamoto ha revelado la relación entre la velocidad de fricción del banco lleno y el tamaño del grano, como se muestra en la Fig. M.3.11. Esta relación indica que cierto tamaño de grano corresponde a una velocidad específica de fricción del banco lleno. Los valores promedio de la velocidad de fricción del Río Grande de San Miguel se muestran en la Fig. M.3.11.

A través de los estudios anteriormente mencionados, se encontraron las siguientes características del flujo de sedimento en el Río Grande de San Miguel:

- 1) El tramo del Desagüe de Olomega hasta el Puente de Moscoso (tramos M2, M3 y M4) muestra condiciones de canal relativamente estables en el plano aluvial. El valor de U* para este tramo es en promedio de 16 cm/s
- 2) Los valores de U* en los tramos L1 y L4-1 a L4-4 son más pequeños debido a que la sección de canal y la descarga de inundación son ambas pequeñas.
- 3) Los trazos de la relación de U* - d₆₀ del Río Grande de San Miguel son muy cercanos a los del Japón, lo cual indica que las características de flujo de sedimento del Río Grande de San Miguel han de ser similares a las del Japón.

(3) Consideración para el Diseño de un Canal Estable

Es conocido que la descarga del banco lleno del río aluvial corresponde de dos a tres años de escorrentía probable. La descarga probable de dos años se trabajaría como un promedio de la descarga máxima anual y es considerada como una descarga dominante para discutir la sección del canal estable de nivel bajo de agua del Río Grande de San Miguel.

Para el diseño de la excavación del canal, la velocidad de la fricción para el canal excavado (U^*), deberá estar dentro de una desviación permitida del valor representativo de U^* del río, bajo la descarga probable de dos años. Si el valor de U^* para el canal diseñado es muy pequeño, el canal excavado se puede llenar de sedimento de nuevo.

Para el presente estudio, el valor representativo de U^* del Río Grande de San Miguel se tomó de 16 cm/s con una desviación permitida del 20 %. El valor representativo de U^* puede variar las condiciones del río, como la descarga de los dos años.

Se diseña primeramente la sección del canal, para poder transportar la descarga diseño bajo el Nivel Alto Diseño de Agua (DHWL) y luego se examina la sección desde el punto de vista del flujo de sedimento mediante el uso de la velocidad de fricción.

4. PLAN MAESTRO PARA EL MEJORAMIENTO DEL RIO

4.1 Principios para el Diseño de las Instalaciones

(1) Alcance del Mejoramiento del Río

Se planeó el mejoramiento del río para el tramo desde el final de las tierras de cultivo en el estero (Sección SM1) hasta el Puente Urbina (sección SM170-0.06k) en la Ciudad de San Miguel. El alcance del mejoramiento del río en el estero ha sido decidido basándose en el estudio alternativo en el Capítulo 3. En los tramos altos del Puente Urbina (Ruta Militar), las riberas son altas y no ocurrirán daños substanciales a causa de inundaciones.

(2) Distribución de la Descarga Diseño

La distribución de la descarga diseñada se determina basada en la inundación probable de 10 años, como se muestra en la Fig. M.4.1.

(3) Mejoramiento del Río

El Río Grande de San Miguel se dividió en muchos tramos de condiciones diferentes y el concepto de mejoramiento del canal se discutió por tramo. Los códigos de los tramos en las cuencas Baja y Media son designados, respectivamente, por las iniciales L (Lower) y M (Middle). El concepto de mejoramiento del canal se muestra en el Cuadro M.4.1. El plan general del mejoramiento del canal se muestra en la Fig. M.4.1.

Desde el Río Rita hasta el Río Ereaguayquín (tramos L1 a L2): Las secciones actuales del canal son pequeñas, especialmente en L1, debido a la bifurcación de los Ríos Limón y Cinco. Se excavará el canal hasta L1-2 y se construirán diques hasta L1-3.

Desde el Río Ereaguayquín hasta Vado Marín (tramo L3): En este tramo el canal actual del río tiene una sección relativamente grande. Se excavará el canal y se construirán los diques localmente.

Desde Vado Marín hasta La Canoa (tramos L4-1 a L4-4): Considerando el drenaje de las áreas de alrededor, no se construirán diques. El río actual serpentea severamente y la sección del canal es pequeña en estos tramos. La excavación del canal y la normalización de la alineación por medio de canales de cauce recto son las medidas principales. El DHWL se fijó menor que el nivel del suelo, excepto por el tramo L4-2. La elevación del suelo a lo largo del tramo L4-2 es muy baja para fijar el DHWL más bajo que el nivel del suelo. Este tramo seguirá inundado, aunque las condiciones de la inundación serán mejores.

Desde La Canoa hasta la Sección SM-103 (tramo L4-5): Este tramo forma los rápidos que pasan entre las tierras alomadas. No se necesita de ninguna obra, excepto en la porción alta de este tramo.

Desde la Sección SM-103 hasta el Río La Pelota (tramo M1, O1-1, COC y M2): No se construirá ningún dique en estos tramos, excepto para M2-3, en la cual se fija el DHWL más bajo que el nivel del suelo para drenar las áreas de alrededor. El tramo M2-1 (secciones SM105 hasta SM113) del actual Río Grande de San Miguel, servirá solamente como un drenaje local, debido a que parte del agua de inundación del Río Grande de San Miguel es conducida a la Laguna de Olomega mediante el canal de desviación propuesto y el resto por el nuevo canal de cauce recto. No se planea ningún trabajo para el tramo M2-1, debido a que el canal existente tiene suficiente capacidad para transportar la esorrentía de su propia cuenca.

Desagüe de Olomega y el Río La Pelota (tramo O1, P1 y P2): No se construirá ningún dique para el desagüe de Olomega (extensión O1), fijando el DHWL más bajo que el suelo para drenar el agua de las áreas de alrededor. El Río La Pelota (tramo P1 y P2) se proyecta como un canal de desviación para conducir el agua de inundación del Río Grande de San Miguel hacia la Laguna de Olomega. El canal de desviación tendrá diques.

Desde el Río La Pelota hasta el Puente Urbina (tramo de M3 hasta M6-1): El canal del río actual tiene unas secciones relativamente grandes. Se excavará el canal localmente. Solamente son necesarios los diques en la parte alta de la Laguna de Aramuaca (extensión M3).

(4) Laguna de Olomega

La Laguna de Olomega se utilizará para el almacenamiento de agua de inundación de la siguiente manera:

1) El nivel de agua de la laguna se mantendrá sobre los 64.0 m.s.n.m. para asegurar la pesca y el nivel de agua de la laguna se mantendrá en menos de 65.5 m.s.n.m., para mitigar los daños por inundación en las tierras agrícolas circundantes.

2) El nivel de agua de la laguna se mantiene a 64.5 m.s.n.m., en preparación para la inundación venidera. El agua de inundación proveniente del Río Grande de San Miguel es guiada hacia la laguna mediante un canal de desviación y es almacenada en la laguna a un nivel máximo de agua de 65.5 m.s.n.m.. El volumen de almacenamiento efectivo es casi de 20 millones de m³, para la profundidad de almacenamiento de 1.0 metro.

3) El daño ocasionado por inundación en el área alrededor de la laguna y en la reducción de la pesca, será mitigado al controlar el nivel de agua de la laguna dentro del rango limitado.

Para poder desviar el agua de inundación del Río Grande de San Miguel hacia la Laguna de Olomega, se planea que el Río La Pelota sea mejorado como un canal de desviación. Se proyecta un vertedero de desviación en la bifurcación del Río La Pelota desde el Río Grande de San Miguel. Para el uso efectivo del volumen de almacenamiento de la laguna, se instalará una compuerta de control (Compuerta de Control de Olomega) en el desagüe de la laguna. Habrá que mejorar también el Desagüe de Olomega existente.

Los estudios de las estructuras y las instalaciones relacionadas con el almacenamiento de agua de inundación en la Laguna de Olomega, se presentan en el REPORTE DE APOYO - L (Plan de Almacenamiento de Agua de Inundación).

(5) Area de El Jocotal

El área alrededor de la Laguna El Jocotal es baja, topográficamente. Algunas tierras extremadamente bajas son difíciles para hacerlas libres de inundación, aun después de la conclusión de los trabajos.

Debido a que la Laguna El Jocotal y el área de los alrededores han sido designadas como una reserva para proteger la fauna y la flora, no se llevarán a cabo ningún tipo de trabajos en estas áreas, excepto por el mejoramiento del canal del río que pasa a un lado de la laguna.

Se esperan alcanzar los siguientes efectos positivos como resultado de los trabajos de mejoramiento:

- Reducción de daños causados por inundación en tierras agrícolas alrededor de la Laguna El Jocotal
- Reducción en el efluente de agua de inundación hacia la Laguna El Jocotal para reducir la degradación ecológica y estabilizar la producción pesquera.

4.2 Diseño Preliminar de las Instalaciones

(1) Canal del Río

El canal del Río Grande de San Miguel se diseñó basado en el concepto presentado en la sección anterior.

Alineación del Canal: Se diseñó la alineación del canal, en principio, en el cauce actual del río, excepto por lo siguiente:

- 1) Curvas locales pronunciadas en el río existente: La alineación se normalizó.
- 2) Los tramos del río serpenteando en el área El Jocotal (tramo L4): Mejorado por canales de cauce recto.
- 3) El canal de desviación de Olomega a lo largo del Río La Pelota (tramo P2): Se realineó el canal, para reducir la indemnización de viviendas.
- 4) Un nuevo cauce recto aguas abajo de SM113 (tramo COC).

En el área de El Jocotal, se fijó el alineamiento del canal de tal manera que las pequeñas lagunas que ubicadas a lo largo del río, permanezcan allí lo más posible. La alineación diseño del Río Grande de San Miguel, se muestra en la Fig. M.4.2.

Perfil Longitudinal: Se fijó el nivel diseño alto de agua (DHWA), considerando el nivel de agua de inundaciones pasadas y la elevación de la tierra a drenarse. Se fijó el DHWA más bajo que el nivel de agua de la inundación de 1995, excepto por los tramos L1 a L2 y M3, donde el agua de inundación se bifurcó o se rebalsó del dique durante la inundación de 1995.

La elevación diseño del lecho del río se fijó principalmente en el lecho existente más bajo o el más alto. No obstante, en el área de El Jocotal (tramo L4-2 a L4-4), el lecho del río diseño se fijó más bajo que el lecho actual, debido a que la sección del canal existente es muy pequeña para transportar la descarga diseño.

Se diseñaron las pendientes del canal aproximadamente similares a las existentes. El perfil diseñado del Río Grande de San Miguel se muestra en el Cuadro M4.2. y la Fig. M.4.3.

Corte del Canal: Se diseñó el corte del canal para la descarga diseño con un período de retorno de 10 años, basados en los cálculos del flujo del canal. Se calculó el flujo del canal asumiendo el Coeficiente de Aspereza de Manning, como se muestra a continuación:

$n = 0.035$ para el canal existente

$n = 0.030$ para el canal mejorado de nivel bajo de agua

$n = 0.045$ para el canal mejorado de nivel alto de agua

Las pendientes laterales del canal excavado son de 1 en 2 y habrá bermas en ambas pendientes laterales de 3 metros sobre el lecho diseño del río.

El corte estándar del canal del Río Grande de San Miguel se muestra en la Cuadro M.4.2 y los cortes representativos diseño se muestran en la Fig. M.4.4.

Dique y Revestimiento: El corte estándar del dique se muestra en la Fig. M.4.5.

El revestimiento del canal con bajo nivel de agua se diseñó en las curvas pronunciadas donde el flujo de inundación puede atacar directamente. Se proyectaron los trabajos de marcos de concreto llenado con piedras como obras de revestimiento.

El dibujo estándar de las obras de revestimiento se muestra en la Fig. M.4.6.

(2) Estructuras

Esclusa de Drenaje: Se diseñó la esclusa de drenaje que cruce el dique para drenaje interior, donde la elevación del suelo del área protegida era menor que el DHWL.

Se proyectaron tres tipos de esclusas de drenaje, dependiendo del tamaño de las áreas a drenarse, las cuales son las siguientes:

- Tipo A : 1.25 m (ancho) x 1.25 m (altura)
para el área de drenaje (Da) hasta 1.0 km²
- Tipo B : 1.75 m (ancho) x 1.75 m (alto)
para el área de drenaje (Da) desde 1.0 km² hasta 3.0 km²
- Tipo C : 2.50 m (ancho) x 2.50 m (alto)
para el área de drenaje (Da) desde 3.0 km² hasta 4.5 km²

El diseño estándar de la esclusa de drenaje se muestra en la Fig. M.4.7.

Reborde: Los trabajos de rebordes son necesarios en la caída del lecho del río, para consolidar y estabilizar el lecho. El dibujo estándar del reborde se muestra en la Fig. M.4.8.

(3) Instalaciones Adicionales

Compuerta de Entrada: Al inicio del nuevo canal de cauce recto en SM113, el actual Río Grande de San Miguel estará cerrado para el agua de inundación. Sin embargo, el río existente aguas abajo de SM113, necesita transportar el agua de irrigación durante la temporada seca. Se instaló una compuerta de entrada a través del dique del actual Río

Grande de San Miguel. La descarga diseño de la compuerta de entrada se asumió en $3.0 \text{ m}^3/\text{s}$, basados en el flujo promedio del canal durante cuatro meses secos.

La estructura de la compuerta de entrada es principalmente similar a la esclusa de drenaje (Tipo B), aunque su operación es diferente.

Puentes: Los puentes actuales en Moropala y Vado Marín necesitan ser reconstruidos debido a que el Puente Moropala no es suficientemente largo y el de Vado Marín no es ni suficientemente largo, ni elevado.

Se necesitan nuevos puentes a través del nuevo canal de cauce recto (COC), en el canal de desviación de Olomega (P2) y en el Desagüe de Olomega (O1). Se proyectaron que los puentes serían de concreto prefabricado, con un ancho de 8 metros. El dibujo estándar para un nuevo puente se muestra en la Fig. M.4.9.

Camino Rural: Se necesita que algunos caminos rurales sean reubicados, debido a la ejecución de las obras para el mejoramiento del río.

(4) Adquisición de la Tierra y la Indemnización de Viviendas

La tierra dentro del área diseñada del río, habrá de ser expropiada para las obras y las viviendas que se ubican dentro del área diseñada del río habrán de ser indemnizadas. Basados en los mapas topográficos (escala 1/10,000) preparados para el Estudio, se estimó el número de viviendas a ser indemnizadas.

El área del río cubre las tierras entre los diques proyectados, incluyendo el dique y otras áreas necesarias para la administración de las instalaciones del río y las estructuras.

4.3 Cantidad de Obras

Se estima la cantidad de las obras basada en los resultados del diseño preliminar, tal como se muestran en la Fig. M.4.3. Las características principales de los trabajos del proyecto se presentan a continuación:

Excavación en corte:	14,353,000 m ³
Excavación de roca:	603,000 m ³
Embanque:	1,843,000 m ³
Revestimiento:	6,000 metros lineales
Esclusa de drenaje:	15 lugares
Reborde:	4 lugares
Vertedero de desviación:	1 lugar
Compuerta de control:	1 lugar
Puente:	5 lugares

Entre los trabajos del mejoramiento del río, a la excavación del canal le corresponde la mayor porción de las obras. Se planeó que los materiales excavados en el área de El Jocotal, sean depositados en los terrenos más bajos a lo largo del río, mientras que aquellos en las otras áreas necesitan ser transportados a los sitios de su depósito final.

Los tramos cerca de Vado Marín y El Delirio necesitan excavación de roca, el cual tiene un alto costo unitario. Se estimaron las cantidades de excavación de roca basándose en los resultados del levantamiento adicional del río y el reconocimiento del lugar.

4.4 Selección del Proyecto Prioritario

El costo requerido del proyecto para implementar el Plan Maestro (excluyendo las medidas no estructurales) se ha estimado en 1,097 millones de Colones (US\$ 125.4 millones) en base a precios fijos en Diciembre, 1996 (ver Cuadro M.4.4), de acuerdo al REPORTE DE APOYO -N: Plan de Construcción y Estimación del Costo.

El Plan Maestro habrá sido ejecutado para el año meta, 2020. Sería práctico implementar el trabajo por etapas, manteniendo el paso con el desarrollo de la cuenca, debido a que la implementación del Plan Maestro requiere de varios costos de construcción que se extienden por un gran período.

Por consiguiente, se propuso implementar inmediatamente el Proyecto Prioritario seleccionado del Plan Maestro.

(1) Criterio para la Selección del Proyecto Prioritario

Se ha de seleccionar el Proyecto Prioritario dentro del marco del Plan Maestro, considerando los tamaños de costos, aspectos financieros, ejecución, aspectos administrativos, urgencia, efectos, eficiencia y secuencia de la ejecución de los componentes del proyecto, los cuales han de estar en línea con el siguiente criterio para la selección:

- 1) **Objetivo económico:** TIR DEL Proyecto Prioritario es mayor que el de todo el Plan Maestro.
- 2) **Objetivo financiero:** El costo total del proyecto es menor de 800 millones y el período de construcción en menor de 5 años.
- 3) **Objetivo social:** El impacto negativo será poco y aceptable y el impacto positivo (área de beneficio) será lo más grande como sea posible.
- 4) **Objetivo ambiental:** El impacto negativo en el ambiente será pequeño.

Debido a que los trabajos del proyecto para el Plan Maestro son para el propósito del control de inundación para un sistema de río, es difícil seleccionar el Proyecto Prioritario mediante las obras componentes del Plan Maestro. También es difícil seleccionar un área de prioridad para protección, debido a que las respectivas áreas de Olomega, El Jocotal y Usulután, están en espera de una inmediata implementación de medidas para el control de inundaciones.

Por consiguiente, se planea el Proyecto Prioritario para toda la extensión del Plan Maestro, mediante la reducción del grado de seguridad de protección, o en otras palabras, fijar el período de retorno de la descarga diseño más bajo para poder realizar los efectos de control de inundación tan pronto como sea posible, aunque sea limitado.

(2) Período de Retorno para el Proyecto Prioritario

Habrá de diseñar el canal del río con dique basado en la descarga probable con período de retorno de 10 años, al igual que el Plan Maestro, debido a que si el dique rebalsa, las áreas de protección habrán de sufrir más daños desastrosos que nunca. Se consideró la reducción de la excavación del canal, en substitución a los tramos sin diques.

La Fig. M.4.10 muestra las áreas inundadas en diferentes escalas de la excavación del canal bajo varias magnitudes de eventos de inundación. En esta figura se puede ver que la reducción marcada en un área inundada puede ser alcanzada mediante la excavación del canal para la descarga probable con un período de retorno de 2 años.

Se examinó la factibilidad económica de los esquemas de diferentes períodos de retorno en el REPORTE DE APOYO - O (Evaluación del Proyecto). Se seleccionaron los esquemas de los períodos de retorno de 10, 5 y 2 años para el estudio. De acuerdo al resultado del estudio, se confirmó que el esquema de 2 años rinde el más elevado TIR, a ser el siguiente:

Esquema de 10 años : TIR = 15.2 %

Esquema de 5 años : TIR = 15.9 %

Esquema de 2 años : TIR = 18.1 %

Por consiguiente, se propuso el esquema de 2 años para el Proyecto Prioritario, el cual mejora el canal del río basado en la descarga probable con un período de retorno de 10 años para los tramos con dique y una descarga probable con un período de retorno de 2 años para los tramos sin dique (excavación del canal). El plan de las instalaciones del Proyecto Prioritario se ha discutido en el capítulo siguiente, basado en los principios discutidos anteriormente.

5. MEJORAMIENTO DEL RIO (PROYECTO PRIORITARIO)

5.1 Estudio Básico para el Proyecto Prioritario

(1) Descarga Diseño para el Proyecto Prioritario

Debido a que la inundación probable de 10 años se aplica a los tramos con dique y la inundación de 2 años a la excavación del canal sin dique, se calcularon los siguientes tres casos de descarga diseño por medio del análisis de escorrentía:

- 1) Plan Maestro: se calculó la descarga diseñada basada en la precipitación probable de 10 años. Se tomó en consideración el almacenamiento en la Laguna de Olomega.
- 2) El Proyecto Prioritario para la excavación del canal: Se calculó la descarga diseño basada en la lluvia probable de 2 años. Se tomó en consideración el almacenamiento en la Laguna de Olomega.
- 3) Proyecto Prioritario para el diseño del dique: Se calculó la descarga diseño basándose en la precipitación probable de 10 años. Se tomó en consideración la retardación de escorrentía debido al almacenamiento en la Laguna de Olomega y la inundación a lo largo de los tramos sin diques.

De acuerdo al resultado del análisis de escorrentía, se determinaron las distribuciones de las descargas diseño, como se muestran en la Fig. M.5.1.

(2) Cálculos de los Flujos para el Canal Existente del Río

Se examinaron los perfiles de la superficie del canal existente del río por medio del modelo del flujo no uniforme, para los siguientes tramos con colinas:

- 1) De la desembocadura del río hasta Vado Marín: Basados en las descargas probables con períodos de retorno de 10 y 2 años.

- 2) Los tramos aguas arriba de la Laguna de Aramuaca: Basados en las descargas probables con períodos de retorno de 10 y 2 años.

Como resultado de este estudio, se aclaró lo siguiente:

- 1) El actual canal del río desde la confluencia del Río Ereaguayquín hasta Vado Marín, tiene suficiente capacidad para la descarga probable de 2 años, excepto por unas pequeñas porciones de secciones en la confluencia y justamente aguas abajo del Puente de Vado Marín.
- 2) El actual canal del río aguas arriba de la Laguna de Aramuaca tiene también suficiente capacidad para la descarga probable de 2 años.

5.2 Diseño Preliminar de la Instalación para el Proyecto Prioritario

(1) Diseño del Canal del Río

El concepto de mejoramiento del canal para el Proyecto Prioritario se muestra en el Cuadro M.5.1, en comparación con el del Plan Maestro. Se muestra en la Fig. M.5.2, un plan general para estos proyectos.

Alcance del Mejoramiento del Río: Los mismos tramos que en el Plan Maestro están sujetos a mejoramiento, excepto por aquellos aguas arriba de Aramuaca (tramo M4 a M6), donde el canal tiene la suficiente capacidad para la descarga probable de 2 años.

Alineación del Canal: Se habrán de diseñar los lineamientos de los diques igual que los lineamientos del Plan Maestro. Por consiguiente, el lineamiento del canal es el mismo que el del Plan Maestro (ver Fig. M.4.2), excepto por el ancho del canal de nivel de agua bajo.

Perfil del Canal: El Nivel Alto de Diseño del Agua (DHWL) para el Proyecto Prioritario, se fijó en la misma elevación que en el Plan Maestro (ver Cuadro M.5.2 y Fig. M.4.3).

Corte del Canal: Para el Proyecto Prioritario, la sección del canal con dique, se diseñó basada en la descarga diseño de 10 años y la sección del canal sin dique para la descarga diseño de 2 años; mientras que la sección del canal para el Plan Maestro se diseñó basada en la descarga diseño de 10 años para toda la extensión. La sección diseño del canal para el Proyecto Prioritario se muestra en el Cuadro M.5.2, así como también el perfil diseño. Las secciones representativas del canal se muestran también en la Fig. M.4.4.

Embanque del Dique: El mismo corte estándar del dique se aplicó para el Proyecto Prioritario y para el Plan Maestro (ver Fig. M.4.5).

Revestimiento: El revestimiento del canal de nivel bajo de agua se diseñó en las curvas pronunciadas, donde los flujos de inundación atacarán directamente (ver Fig. M.4.6).

(2) Estructuras

Esclusa de Drenaje: La esclusa de drenaje se diseñó cruzando el dique para el drenaje de la tierra, donde la elevación del suelo lateral estaba más baja que el DHWL para que drenara el interior (ver Fig. M.4.7).

Rebordes: Los trabajos de rebordes son necesarios en la caída del lecho del río, para poder consolidar y estabilizar el lecho del río (ver Fig. M.4.8).

(3) Instalaciones Adicionales

Compuerta de Entrada: La misma estructura que en el Plan Maestro.

Puente: Los actuales puentes en Moropala y Vado Marín necesitan ser reconstruidos para el Plan Maestro, debido a que el Puente Moropala no es lo suficientemente largo y el Puente de Vado Marín, no es lo suficientemente largo, ni elevado. No obstante, estos puentes no serán reconstruidos en el Proyecto Prioritario.

Se necesitan nuevos puentes para cruzar el Nuevo Cauce Recto (CF), el canal de desviación de Olomega (P2) y el Desagüe de Olomega (O1). Se proyectó un puente de concreto prefatigado de 8 m de ancho (ver Fig. M.4.9).

Camino Rural: Los caminos rurales existentes necesitan ser reubicados en algunos lugares, debido a la excavación del canal y a las obras del embanque del dique.

(4) Adquisición de la Tierra e Indemnización de Viviendas

La tierra dentro del área diseño del río, será expropiada para los trabajos y las viviendas ubicadas en el área diseñada del río, habrán de ser indemnizadas.

5.3 Cantidad de las Obras

La cantidad estimada de obras, basada en el diseño de la instalación preliminar, se muestra en el Cuadro M.5.2 para el Proyecto Prioritario. Las características principales de los trabajos del proyecto se presentan a continuación:

Excavación en corte:	6,779,000 m ³
Excavación de roca:	121,000 m ³
Embanque:	1,173,000 m ³
Revestimiento:	6,000 metros lineales
Esclusa de drenaje:	1 lugar
Reborde:	4 lugares
Vertedero de desviación:	1 lugar
Compuerta de Control de Olomega:	1 lugar
Reconstrucción de Puente:	3 lugares

5.4 Estudio de los Esquemas Parciales para el Proyecto Prioritario

De acuerdo con el REPORTE DE APOYO -N (Plan de Construcción y Estimación del Costo), el costo requerido del proyecto para la implementación del Proyecto Prioritario (excluyendo las medidas no estructurales), totaliza 598 millones (US\$ 68.3 millones), basándose en precios fijos de Diciembre, 1996 (ver Cuadro M.5.4). El fondo requerido

para la implementación del proyecto se estimó en 775.9 millones (US\$ 88.7 millones), considerando la escalada del precio durante el período de la construcción.

El propuesto Proyecto Prioritario ha sido juzgado para satisfacer el criterio presentado en la Sección 4.4.

Se han estudiado aquí los esquemas parciales del Proyecto Prioritario para examinar su factibilidad económica. Los siguientes esquemas de mejoramiento parcial se llevaron a cabo para el Proyecto Prioritario del Río Grande de San Miguel:

- 1) Alternativa 1: Mejoramiento de todos los tramos (Proyecto Prioritario).
- 2) Alternativa 2: Mejoramiento desde la desembocadura del río hasta El Delirio (tramo L1 a L4, donde el área de Olomega no está sujeta al mejoramiento).
- 3) Alternativa 3: Mejoramiento desde la desembocadura del río a la intersección con el Río Ereguayquin (tramo L1 y L2 solamente, donde las áreas de Olomega y El Jocotal no están sujetas al mejoramiento).

A parte de lo anterior, los esquemas para mejorar el área de Olomega y/o El Jocotal solo son concebibles. No obstante, estos esquemas necesitan el mejoramiento desde los tramos bajos hasta el océano, para evitar los efectos adversos por el mejoramiento en los tramos altos. Por consiguiente, los esquemas son desventajosos económicamente para las alternativas 1 y 2, porque hay una pequeña reducción en el costo y el área a ser protegida se reduce mucho.

Los costos del proyecto para las alternativas 1 a 3, se estimaron como se muestra a continuación (ver Cuadro M.5.5), en base al precio fijo en Diciembre, 1996:

Alternativa 1: 597.7 millones

Alternativa 2: 235.2 millones

Alternativa 3: 69.3 millones

La factibilidad económica para estos esquemas se evaluaron en el REPORTE DE APOYO -O (Evaluación del Proyecto) y los resultados son los siguientes:

TIR = 18.1 % para la Alternativa 1

TIR = 26.3 % para la Alternativa 2

TIR = 17.5 % para la Alternativa 3

Todos los esquemas parciales de mejoramiento para las Alternativas 1 a 3 rinden un alto TIR, el cual es suficiente y factible económicamente.

Cuadro M.1.1 MAREAS ALTAS Y BAJAS EN EL PUERTO EL TRIUNFO

HIGH WATER SPRING TIDE(Period: 1994 - 1996)

High water spring tide(m.MSL)					High water spring tide(m.MSL)					High water spring tide(m.MSL)					
Year	Mon	Day	Time	Tide	Year	Mon	Day	Time	Tide	Year	Mon	Day	Time	Tide	
1994	1	2	18	1.30	1995	1	3	4	1.33	1996	1	8	4	1.14	
1994	1	12	3	1.30	1995	1	21	18	1.25	1996	1	22	4	1.55	
1994	1	31	18	1.47											
1994	2	12	16	1.22	1995	2	2	17	1.40	1996	2	8	17	1.19	
1994	2	28	17	1.58	1995	2	19	18	1.40	1996	2	20	16	1.53	
1994	3	13	16	1.19	1995	3	3	16	1.35	1996	3	8	17	1.30	
1994	3	29	16	1.65	1995	3	20	17	1.50	1996	3	20	16	1.47	
					1995	3	31	15	1.27						
1994	4	12	16	1.19	1995	4	17	16	1.58	1996	4	6	16	1.40	
1994	4	27	16	1.65	1995	4	30	15	1.22	1996	4	18	15	1.40	
1994	5	12	16	1.19	1995	5	16	16	1.63	1996	5	5	16	1.50	
1994	5	26	15	1.63	1995	5	30	15	1.19	1996	5	17	15	1.30	
1994	6	10	15	1.22	1995	6	14	15	1.63	1996	6	3	16	1.58	
1994	6	24	15	1.53	1995	6	29	16	1.19	1996	6	16	15	1.22	
1994	7	11	16	1.30	1995	7	13	15	1.60	1996	7	3	16	1.63	
1994	7	23	15	1.42	1995	7	29	16	1.22	1996	7	17	16	1.19	
1994	8	11	5	1.42	1995	8	11	15	1.50	1996	8	1	16	1.63	
1994	8	21	15	1.30	1995	8	30	5	1.35	1996	8	16	16	1.19	
										1996	8	31	4	1.60	
1994	9	9	5	1.55	1995	9	11	4	1.42	1996	9	16	5	1.27	
1994	9	21	3	1.25	1995	9	27	4	1.45	1996	9	29	4	1.55	
1994	10	7	4	1.63	1995	10	9	3	1.35	1996	10	15	4	1.35	
1994	10	20	3	1.19	1995	10	27	4	1.55	1996	10	28	3	1.47	
1994	11	5	3	1.65	1995	11	7	2	1.25	1996	11	13	4	1.42	
1994	11	20	4	1.17	1995	11	24	3	1.58	1996	11	26	3	1.35	
1994	11	29	23	1.17											
1994	12	4	3	1.60	1995	12	8	3	1.17	1996	12	13	4	1.50	
1994	12	20	4	1.17	1995	12	24	4	1.58	1996	12	25	3	1.19	
1994	12	31	1	1.35											
Average(Jan-Dec)				1.38	Average(Jan-Dec)				1.40	Average(Jan-Dec)				1.40	
Average(May-Oct)				1.39	Average(May-Oct)				1.42	Average(May-Oct)				1.42	
												Average: 1994-1996 (Jan-Dec)			1.39
												Average 1994-1996 (May-Oct)			1.41

LOW WATER SPRING TIDE(Period: 1994 - 1996)

Low water spring tide(m.MSL)					Low water spring tide(m.MSL)					Low water spring tide(m.MSL)					
Year	Mon	Day	Time	Tide	Year	Mon	Day	Time	Tide	Year	Mon	Day	Time	Tide	
1994	1	1	11	-1.42	1995	1	3	10	-1.61	1996	1	8	10	-1.22	
1994	1	13	9	-1.40	1995	1	20	11	-1.35	1996	1	22	10	-1.71	
1994	1	30	10	-1.55											
1994	2	12	10	-1.32	1995	2	1	9	-1.53	1996	2	7	10	-1.27	
1994	2	28	22	-1.66	1995	2	19	11	-1.47	1996	2	20	9	-1.66	
1994	3	14	22	-1.27	1995	3	3	10	-1.45	1996	3	8	23	-1.37	
1994	3	29	22	-1.74	1995	3	19	22	-1.59	1996	3	20	21	-1.55	
1994	4	12	22	-1.25	1995	4	1	22	-1.35	1996	4	6	22	-1.47	
1994	4	27	22	-1.71	1995	4	17	22	-1.66	1996	4	18	21	-1.42	
1994	5	12	22	-1.19	1995	5	1	22	-1.25	1996	5	5	22	-1.55	
1994	5	26	21	-1.61	1995	5	16	22	-1.66	1996	5	18	21	-1.30	
					1995	5	31	22	-1.17						
1994	6	12	23	-1.22	1995	6	15	22	-1.64	1996	6	3	22	-1.59	
1994	6	24	21	-1.47	1995	6	30	22	-1.14	1996	6	17	22	-1.17	
1994	7	12	23	-1.30	1995	7	13	21	-1.55	1996	7	3	22	-1.61	
1994	7	24	22	-1.37	1995	7	31	23	-1.22	1996	7	17	22	-1.12	
1994	8	10	23	-1.42	1995	8	12	22	-1.50	1996	8	1	22	-1.64	
1994	8	22	21	-1.27	1995	8	29	23	-1.32	1996	8	16	22	-1.14	
										1996	8	30	22	-1.61	
1994	9	9	11	-1.53	1995	9	11	10	-1.42	1996	9	16	10	-1.25	
1994	9	21	9	-1.25	1995	9	27	10	-1.47	1996	9	29	10	-1.59	
1994	10	7	10	-1.66	1995	10	10	9	-1.37	1996	10	15	10	-1.37	
1994	10	21	9	-1.22	1995	10	26	10	-1.59	1996	10	28	9	-1.50	
1994	11	5	9	-1.69	1995	11	8	9	-1.27	1996	11	14	10	-1.50	
1994	11	20	10	-1.19	1995	11	25	10	-1.66	1996	11	26	9	-1.37	
1994	12	4	8	-1.66	1995	12	9	10	-1.22	1996	12	13	10	-1.59	
1994	12	21	10	-1.22	1995	12	24	10	-1.69	1996	12	26	9	-1.27	
Average(Jan-Dec)				-1.42	Average(Jan-Dec)				-1.45	Average(Jan-Dec)				-1.45	
Average(May-Oct)				-1.38	Average(May-Oct)				-1.41	Average(May-Oct)				-1.42	
												Average: 1994-1996 (Jan-Dec)			-1.45
												Average 1994-1996 (May-Oct)			-1.40

Cuadro M.1.2 DATOS DEL ESTUDIO DE LA PRODUCCION SEDIMENTO

Observed Suspended Solid

Year	Unit	Suspended solid(1000ton/year)	
		Villeras	Moscoso
1970/71	-	200	986
1971/72	-	171	511
1972/73	-	321	446
1973/74	-	207	463
1974/75	-	2504	1841
1975/76	-	-	455
1976/77	-	12	-
1977/78	-	-	115
1978/79	-	-	474
1979/80	-	-	331
Average	-	569	625
Volume(m ³ /year)	m ³ /year	358	393
Specific gravity	ton/m ³	2.65	2.65
Void ratio	-	0.4	0.4

Source: MAG

Sedimentation Volume in Existing Reservoirs of Lempa River

Item	Unit	Reservoir name				Weighted average
		Guija	Cerron Grande	5 de Noviembre	15 de Septiembre	
Catchment	km ²	2768	8584	9863	17524	
Residual catchment	km ²	2768	5816	1279	7661	
Initial year	year	1963	1976	1974	1983	
Initial volume	10 ⁶ m ³	560	2180	65	393	
Volume in 1994	10 ⁶ m ³	508.7	2026.2	40.7	335.5	
Annual sedimentation	10 ⁶ m ³ /yr	1.65	8.54	1.22	5.23	
Specific sedimentation	m ³ /yr/km ²	598	1469	950	682	950

Source: CEL

Cuadro M.1.3 LONGITUD Y ALTURA DE DIQUES EXISTENTES

LOWER SAN MIGUEL RIVER						MIDDLE SAN MIGUEL RIVER						PELOTA RIVER					
Sect.No	Distance (m)	Left bank		Right bank		Sect.No	Distance (m)	Left bank		Right bank		Sect.No	Distance (m)	Left bank		Right bank	
		Height (m)	Length (m)	Height (m)	Length (m)			Height (m)	Length (m)	Height (m)	Length (m)			Height (m)	Length (m)		
SM 0	630	-	-	-	-	SM 103	520	-	-	-	-	Omega 1	-	-	-	-	
SM 1	700	-	-	-	-	SM 104	570	-	-	-	-	PL 1	20	-	1.5	550	
SM 2	500	-	-	-	-	SM 105	460	-	-	-	-	PL 2	1080	-	1.5	1400	
SM 3	590	-	-	-	-	SM 106	550	-	-	-	-	PL 3	1720	0.8	1530	1530	
SM 4	420	-	-	-	-	SM 107	480	-	-	3.2	535	PL 4	1340	2.0	1380	1380	
SM 5	1000	0.7	800	-	-	SM 108	590	-	-	2.8	550	PL 5	1420	4.0	760	760	
SM 6	600	0.7	385	-	-	SM 109	510	-	-	-	-	S.Miguel 1	100	4.0	50	50	
SM 7	170	1.2	355	2.4	355	SM 110	740	2.0	845	2.8	845	Total	5680	3720	-	5670	
SM 8	540	1.6	565	2.4	565	SM 111	950	2.4	770	-	-	Average	-	2.7	-	-	
SM 9	590	-	-	2.4	625	SM 112	590	3.2	565	-	-	Ratio	-	0.65	-	1.00	
SM 10	660	-	-	2.8	490	SM 113	540	1.6	540	-	-	(NOTED)	-	-	-	-	
SM 11	320	-	-	2.4	615	SM 114	540	2.6	475	-	-	1) Sect SM30 - SM103	-	-	-	No dike	
SM 12	910	-	-	2.8	740	SM 115	410	-	-	-	-	2) Upper reaches of SM135	-	-	-	No dike	
SM 13	570	-	-	3.0	645	SM 116	730	-	-	-	-	3) Olomega drainage	-	-	-	No dike	
SM 14	720	2.8	580	4.0	580	SM 117	710	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SM 15	440	2.4	480	3.6	480	SM 118	780	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SM 16	520	3.2	680	3.6	680	SM 119	870	-	-	1.2	720	-	-	-	-	-	
SM 17	840	1.6	685	3.2	685	SM 120	570	2.4	710	-	-	-	-	-	-	-	
SM 18	530	2.8	485	1.2	485	SM 121	850	2.4	705	-	-	-	-	-	-	-	
SM 19	440	-	-	2.8	505	SM 122	560	2.8	695	-	-	-	-	-	-	-	
SM 20	570	-	-	-	-	SM 123	830	-	-	2.0	805	-	-	-	-	-	
SM 21	410	-	-	-	-	SM 124	940	2.8	835	1.2	675	-	-	-	-	-	
SM 22	750	-	-	-	-	SM 125	730	2.8	675	2.4	675	-	-	-	-	-	
SM 23	560	-	-	-	-	SM 126	620	2.4	675	2.4	675	-	-	-	-	-	
SM 24	540	-	-	-	-	SM 127	730	2.8	845	1.2	845	-	-	-	-	-	
SM 25	920	-	-	-	-	SM 128	960	1.6	730	-	-	-	-	-	-	-	
SM 26	550	-	-	-	-	SM 129	500	1.2	500	-	-	-	-	-	-	-	
SM 27	430	-	-	-	-	SM 130	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SM 28	510	-	-	-	-	SM 131	540	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SM 29	470	-	-	-	-	SM 132	470	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SM 30	510	-	-	-	-	SM 133	620	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total	17910	1.9	5015	2.8	7450	SM 134	800	-	-	-	-	Total	21320	9565	2.1	5680	
Average	-	-	-	-	-	SM 135	560	-	-	2.4	0.45	Average	-	-	-	-	
Ratio	-	-	0.28	-	0.42	Ratio	-	-	-	-	-	Ratio	-	-	-	-	

SUMMARY



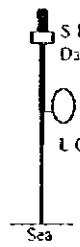

Total channel length: 99.39 km (up to Lake Aramaucal)
 DiKe lengths
 Left bank: 18.3 km 18.4% of total
 Right bank: 18.8 km 18.9% of total
 Total: 37.10 km

Cuadro M.3.1 CANTIDADES Y COSTOS DE OBRAS PARA LAS ALTERNATIVAS (COMBINACION DE MEDIDAS)

Items	Unit		Alternative 1			Alternative 2			Alternative 3			Alternative 4					
	Unit	Cost(Col.)	Quantity	Amount (10 ⁶ ₺)	L.C. (106 ₺)	F.C. (106 ₺)	Quantity	Amount (10 ⁶ ₺)	L.C. (106 ₺)	F.C. (106 ₺)	Quantity	Amount (10 ⁶ ₺)	L.C. (106 ₺)	F.C. (106 ₺)			
1. Construction works																	
1.1 Channel works																	
Excavation	m ³		44	1,191.8	131.2	1,060.6		820.2	100.9	719.3		435.8	58.4	577.4	506.3	58.6	447.8
Excavation(Jocotal)	m ³		44	13,876,500	61.1	549.5	9,405,100	413.8	41.4	372.4	3,009,200	132.4	13.2	119.2	172.0	17.2	154.8
Embankment	m ³		27	15,754,800	42.5	382.9	7,501,400	202.5	20.3	182.3	4,436,300	119.8	12.0	107.8	198.8	19.9	178.9
Revetment	m		50	1,917,000	9.6	86.3	2,187,000	109.4	10.9	98.5	2,187,000	109.4	10.9	98.5	95.9	9.6	86.3
Weir	nos.		4,500	29.7	8.9	20.8	8,400	37.8	11.3	26.5	8,400	37.8	11.3	26.5	29.7	8.9	20.8
Sluice, etc.	nos.			20.3	6.1	14.2		20.3	6.1	14.2		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bridge	nos.		13,240,000	0.0	0.0	0.0	2	26.5	8.0	18.6	2	26.5	8.0	18.6	0.0	0.0	0.0
1.2 Dam works																	
Dam body	l.s.			0.0				0.0				507.3	80.4	426.9	507.3	80.4	426.9
Spillway, etc.	l.s.											358.8	35.9	322.9	358.8	35.9	322.9
(Sub-total)				1,191.8	131.2	1,060.6		820.2	100.9	719.3		943.1	138.9	804.3	1,013.6	139.0	874.6
2. Land	l.s.			7.6	7.6			10.3	10.3			56.8	56.8		54.1	54.1	
3. Administration	l.s.			60.0	60.0			41.5	41.5			50.0	50.0		53.4	53.4	
4. Engineering	l.s.			119.9	13.2	106.7		83.1	10.2	72.9		100.0	14.7	85.3	106.8	14.6	92.2
5. Contingency	l.s.			137.9	21.2	116.7		95.5	16.3	79.2		115.0	26.0	89.0	122.8	26.1	96.7
Total				1,517.2	233.2	1,284.0		1,050.6	179.2	871.4		1,264.9	286.4	978.5	1,350.7	287.2	1,063.5

(NOTE) Above unit costs and work quantities are those estimated for alternative study in the first phase of study.

Cuadro M.3.2 COMPARACION DE ALTERNATIVAS

Descriptions	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
SCHEMATIC DESCRIPTION OF ALTERNATIVE SCHEMES	 Sea Channel improvement only	 Sea Channel improvement + L. Olomega	 Sea Channel improvement + L. Olomega + San Esteban dam	 Sea Channel improvement + San Esteban dam
TECHNICAL ASPECTS				
• Difficulty	• Easier: Mainly channel improvement works	• Easier: Mainly channel improvement works	• More difficult: Dam construction and channel improvement works	• More difficult: Dam construction and channel improvement works
• Construction period	• Approx. 5 years	• Approx. 5 years	• Approx. 10 years	• Approx. 10 years
• Ranking (Wt=0.15)	• 1	• 1	• 3	• 3
FINANCIAL ASPECTS				
• Project cost(Ratio to Case:1)	• 1.00	• 0.69	• 0.83(multi-purpose)	• 0.89(multi-purpose)
• Ranking (Wt=0.40)	• 4	• 1	• 2	• 3
ECONOMIC ASPECTS				
• Benefit	• Reduction of flood damages • Enhancement of production	• Reduction of flood damages • Enhancement of production • Stable fishery in Lake Olomega	• Reduction of flood damages • Enhancement of production • Stable fishery in Lake Olomega	• Reduction of flood damages • Enhancement of production
• Ranking (Wt=0.15)	• 1	• 1	• 1	• 1
SOCIAL IMPACT				
• Land acquisition	• 3.7 km ²	• 4.5 km ²	• 35.5 km ²	• 34.7 km ²
• Re-settlement	• 18 houses	• 20 houses	• 1,301 houses	• 1,299 houses
• Ranking (Wt=0.15)	• 1	• 1	• 3	• 3
ENVIRONMENTAL ASPECTS				
• Positive effects	• Stabilization of water level in Lake Jocotal	• Stabilization of water level in Lake Jocotal and Lake Olomega	• Stabilization of water level in Lake Jocotal and Lake Olomega	• Stabilization of water level in Lake Jocotal
• Negative effects			• Ecological changes in reservoir area	• Ecological changes in reservoir area
• Ranking (Wt=0.15)	• 2	• 1	• 3	• 4
OVERALL EVALUATION				
• Summary of ranking	• $1 \times 0.15 + 4 \times 0.4 + 1 \times 0.15 + 1 \times 0.15 + 2 \times 0.15 = 2.35$	• $1 \times 0.15 + 1 \times 0.4 + 1 \times 0.15 + 1 \times 0.15 + 1 \times 0.15 = 1.00$	• $3 \times 0.15 + 2 \times 0.4 + 1 \times 0.15 + 3 \times 0.15 + 3 \times 0.15 = 2.30$	• $3 \times 0.15 + 3 \times 0.4 + 1 \times 0.15 + 3 \times 0.15 + 4 \times 0.15 = 2.85$
• Overall ranking	• 3	• 1	• 2	• 4

REMARKS:

- 1) Quantities presented in this table are for the facility plan based on 10-year provable flood.
- 2) Wt: Weight for overall evaluation
- 3) F.C: Flood control

Cuadro M.3.3 COSTOS ESTIMADOS PARA ALTERNATIVAS (FINAL DE LA PARTE BAJA DEL MEJORAMIENTO)

Items	Unit	Cost(Col.)	AL.T-1			AL.T-2			AL.T-3		
			Quantity	Amount(million colons)		Quantity	Amount(million colons)		Quantity	Amount(million colons)	
				Total	L.C.		F.C.	Total		L.C.	F.C.
1. Construction works			40.5	17.8	22.7	54.3	23.7	30.6	56.3	24.5	31.8
1.1 Channel works			39.4	17.0	22.4	52.0	22.2	29.8	54.0	23.0	31.0
Earth excavation(1)	m ³	45	482,800	8.9	12.8	482,800	8.9	12.8	23.7	9.7	14.0
Earth excavation(2)	m ³	20	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rock excavation	m ³	173	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Embankment	m ³	42	381,900	6.6	9.4	680,300	11.7	16.9	28.6	11.7	16.9
Revetment	m	5,700	300	1.5	0.2	300	1.5	0.2	1.7	1.5	0.2
1.2 Structure works			0.8	0.5	0.3	2.0	1.2	0.8	2.0	1.2	0.8
Diversion weir	I.S.		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Control gate	I.S.		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Drainage sluice			0.8	0.5	0.3	2.0	1.2	0.8	2.0	1.2	0.8
Type-A	nos	426,000	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Type-B	nos	586,000	0	0.0	0.0	2	1.2	0.5	2	1.2	0.5
Type-C	nos	754,000	1	0.8	0.3	1	0.5	0.3	1	0.8	0.3
Ground sill	m	18,269	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
1.3 Appurtenant works			0.3	0.3	0.0	0.3	0.3	0.0	0.3	0.3	0.0
intake gate(Type-	nos	586,000	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Bridge			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bridge(105m)	nos	13,400,000	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Bridge(90m)	nos	12,600,000	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Bridge(40m)	nos	7,000,000	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Rural road	m	160	1,740	0.3	0.0	1,740	0.3	0.0	1,740	0.3	0.0
Telemetrying systic	I.S.		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2. Land and house			1.6	1.6	0.0	1.6	1.6	0.0	1.8	1.8	0.0
Land acquisit.(1)	1000m ²	2,150	728	1.6	0.0	728	1.6	0.0	1.8	1.8	0.0
Land acquisit.(2)	1000m ²	5,720	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Land acquisit.(3)	1000m ²	2,570	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Land acquisit.(4)	1000m ²	720	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Land acquisit.(5)	1000m ²	3,580	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Land acquisit.(6)	1000m ²	7,150	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
House compensat.	house	12,000	0	0.0	0.0	1	0.0	0.0	1	0.0	0.0
3. Administration	I.S.	-	2.1	2.1	0.0	2.8	2.8	0.0	2.9	2.9	0.0
4. Engineering	I.S.	-	6.3	2.3	4.0	8.4	3.1	5.3	8.7	3.2	5.5
5. Contingency	I.S.	-	5.1	2.4	2.7	6.7	3.1	3.6	7.0	3.2	3.7
Total			55.6	26.2	29.4	73.8	34.3	39.5	76.7	35.6	41.0

C1 Cuadro M.3.4 COMPARACION DE ALTERNATIVAS (FINAL DE LA PARTE BAJA DEL MEJORAMIENTO)

Descriptions	Alternative-1	Alternative-2	Alternative-3
Description of Alternative	Improvement works: Excavation: up to SM1 Embankment: up to SM7	Improvement works: Excavation: up to SM1 Embankment: up to SM1	Improvement works: Excavation: up to SR21+0.20k Embankment: up to SM1
Technical Aspects:			
Work quantity			
Earth excavation	482,800 m ³	482,800 m ³	526,500 m ³
Embankment	381,900 m ³	680,300 m ³	680,300 m ³
Revetment	300 m	300 m	300 m
Drainage sluice	1 place	3 place	3 place
Rural road	1,740 m	1,740 m	1,740 m
Water level in stretch L1-2	Low due to flooding	High confined by dike	Little difference from Alt.2
Financial Aspects: Project cost	55.6 million colons	73.8 million colons	76.7 million colons
Economic Aspects:			
Flood in areas along stretch L1-2	Flooding still remain	Protected from 10 year flood.	Protected from 10 year flood.
Social Aspects: Land / house	728,000 m ² / 0 house	728,000 m ² / 1 house	834,000 m ² / 1 house
Environmental Aspects:	No significant impact	Flow concentrates to section SM1.	Flow concentrates to section SM1 and mangrove forest in stretch L1-1 to be cut 860 m long and 150 m wide.
Overall Evaluation:	Selected: Least cost and less social and environmental impact	Not selected:	Not selected: Little hydraulic effects and damage to mangrove forest.

(Note) Stretch of comparison: From river mouth to SM13

Stretch L1-1: From the upper end of mangrove forest(section SM1) to Cerro El Encantado(section SM7)

Cuadro M.3.5 COSTOS ESTIMADOS PARA ALTERNATIVAS (CURSOS DEL RIO EN AREA DE OMEGA)

(Project Costs for Stretch from SM103 to SM120-0.26k)

Items	Unit		AL1-1			AL1-2			AL1-3					
	Unit	Cost(Col.)	Quantity	Amount(million colons)		Quantity	Amount(million colons)		Quantity	Amount(million colons)				
				Total	L.C.	F.C.		Total	L.C.	F.C.	Total	L.C.	F.C.	
1. Construction works				257.5	122.0	135.5		236.9	118.4	118.5		259.2	123.0	136.2
1.1 Channel works				207.4	89.0	118.4		171.9	77.0	94.9		208.3	89.4	118.9
Earth excavation(1)	m ³	45	4,086,000	183.9	75.4	108.5	3,050,000	137.3	56.3	81.0	3,905,000	175.7	72.0	103.7
Earth excavation(2)	m ³	20	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
Rock excavation	m ³	173	34,000	5.9	2.4	3.5	66,000	11.4	4.7	6.7	49,000	8.5	3.5	5.0
Embankment	m ³	42	227,900	9.6	3.9	5.7	239,600	10.1	4.1	6.0	384,300	16.1	6.6	9.5
Revetment	m	5,700	1,400	8.0	7.3	0.7	2,300	13.1	11.9	1.2	1,400	8.0	7.3	0.7
1.2 Structure works				21.4	16.1	5.3		23.1	17.6	5.5		21.6	16.3	5.3
Diversion weir	l.s.			10.9	9.4	1.5		10.9	9.4	1.5		10.9	9.4	1.5
Control gate	l.s.			9.4	5.8	3.6		9.4	5.8	3.6		9.4	5.8	3.6
Drainage sluice				0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0
Type-A	nos	426,000	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
Type-B	nos	586,000	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
Type-C	nos	754,000	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
Ground sill	m	18,269	59	1.1	0.9	0.2	151	2.8	2.4	0.4	73	1.3	1.1	0.2
1.3 Appurtenant works				28.7	16.9	11.8		41.9	23.8	18.1		29.3	17.2	12.1
Intake gate(Type-Bridge)	nos	586,000	0	0.0	0.0	0.0	1	0.6	0.4	0.2	1	0.6	0.4	0.2
Bridge(105m)	nos	13,400,000	1	13.4	7.0	6.4	1	13.4	7.0	6.4	1	13.4	7.0	6.4
Bridge(90m)	nos	12,600,000	0	0.0	0.0	0.0	1	12.6	6.6	6.0	0	0.0	0.0	0.0
Bridge(40m)	nos	7,000,000	1	7.0	3.6	3.4	1	7.0	3.6	3.4	1	7.0	3.6	3.4
Rural road	m	160	1,050	0.2	0.2	0.0	1,050	0.2	0.2	0.0	1,050	0.2	0.2	0.0
Telemetering syste	l.s.			8.1	6.1	2.0		8.1	6.1	2.0		8.1	6.1	2.0
2. Land and house				6.9	6.9	0.0		6.3	6.3	0.0		5.3	5.3	0.0
Land acquisit.(1)	1000m ²	2,150	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
Land acquisit.(2)	1000m ²	5,720	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
Land acquisit.(3)	1000m ²	2,570	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
Land acquisit.(4)	1000m ²	720	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
Land acquisit.(5)	1000m ²	3,580	1,925	6.9	6.9	0.0	1,771	6.3	6.3	0.0	1,473	5.3	5.3	0.0
Land acquisit.(6)	1000m ²	7,150	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
House compensat.	house	12,000	2	0.0	0.0	0.0	2	0.0	0.0	0.0	2	0.0	0.0	0.0
3. Administration	l.s.	-		13.2	13.2	0.0		12.2	12.2	0.0		13.2	13.2	0.0
4. Engineering	l.s.	-		39.7	14.7	25.0		36.5	13.5	23.0		39.7	14.7	25.0
5. Contingency	l.s.	-		31.7	15.7	16.0		29.2	15.0	14.1		31.7	15.6	16.1
Total				349.0	172.5	176.5		321.1	165.4	155.6		349.1	171.7	177.4

Cuadro M.3.6 COMPARACION DE ALTERNATIVAS (CURSOS DEL RIO EN EL AREA DE OMEGA)

Descriptions	Alternative-1	Alternative-2	Alternative-3
Description of alternative	Route of San Miguel R: Existing channel route	Route of San Miguel R: Existing channel route with cut-off channel below section SM113	Route of San Miguel R: Existing route of Pelota River and Olomega drainage
Technical Aspects:			
Work quantity			
Earth excavation	4,086,000 m ³	3,050,000 m ³	3,905,000 m ³
Rock excavation	34,000 m ³	66,000 m ³	49,000 m ³
Embankment	286,800 m ³	239,600 m ³	384,300 m ³
Revetment	1,400 m	2,300 m	1,400 m
Side weir and outlet gate	1 each	1 each	1 each
Ground sill	59 m	151 m	73 m
Intake gate	none	1 place	1 place
Bridge(new)	2 places	3 places	2 places
Rural road	1,050 m	1,050 m	1,050 m
Financial Aspects: Project cost	349.0 million colons	321.1 million colons	349.1 million colons
Economic Aspects:	Mitigation of flood damages	Same benefit as Alt.1	Same benefit as Alt.1
Social Aspects:			
Land / house	1,925,000 m ² / 2 houses	1,771,000 m ² / 2 houses	1,473,000 m ² / 2 houses
Social impact	No significant impact	New cut-off channel	Route change of San Miguel R.
Environmental Aspects:			
Environmental Aspects:	No significant impact	No significant problem	No significant problem
	Sediment inflow: less than ever	Sediment inflow: less than ever	Sediment inflow: less than ever
Overall Evaluation:			
Overall Evaluation:	Not selected:	Selected: Least cost and less social/environmental impact.	Not selected:

(Note) Stretch of comparison: From SM103 to SM120-0.26K

Cuadro M.3.7 TAMAÑO MEDIO DE GRANULOS EN LOS MATERIALES DEL LECHO DEL RIO

Reaches	Site	Sample code	Cumulative percentage of passing materials (%)										Mean grain size (mm)										Remarks	
			<0.045 (mm)	<0.106 (mm)	<0.181 (mm)	<0.355 (mm)	<0.710 (mm)	<2.0 (mm)	>2.0 (mm)	Average d50 (%)	Average d60 (%)	Average d85 (%)	50 (%)	60 (%)	65 (%)	Average d65 (%)	65 (%)	Stand bar	River bank	Stand bar	River bank	Stand bar		River bank
Lower Reaches	S1	S1-RBL	10.80	38.31	71.60	83.88	97.24	100.00	0.10	1.39	0.12	0.11	1.67	0.14	0.11	1.81	0.15							
			4.53	32.52	66.36	94.30	97.67	100.00	0.14	1.39	0.12	0.17	1.67	0.14	0.18	1.81	0.15							
			0.17	0.24	0.97	10.32	25.72	71.67	100.00	0.39	1.07	0.71	1.83	1.39	1.10	1.81	1.30							
			10.08	19.62	38.92	57.38	68.98	86.07	100.00	0.28	1.14	0.71	1.83	1.39	1.10	1.81	1.30							
			5.35	12.25	21.06	33.71	43.72	62.41	100.00	1.14	1.14	0.71	1.83	1.39	1.10	1.81	1.30							
Middle Reaches	S2	S2-RBL	2.48	3.54	9.36	19.37	38.63	79.35	100.00	1.07	1.17	0.76	1.54	1.54	1.72	1.72								
			3.49	8.16	12.44	22.38	36.57	73.03	100.00	0.34	0.34	0.46	0.46	0.46	0.52	0.52								
			7.27	21.55	36.60	50.96	63.62	84.23	100.00	0.34	0.34	0.46	0.46	0.46	0.52	0.52								
			2.67	10.26	16.22	25.40	37.71	72.45	100.00	1.17	1.17	0.76	1.54	1.54	1.72	1.72								
			0.68	5.51	11.05	17.47	28.80	58.79	100.00	1.62	0.34	1.00	2.05	2.05	2.27	2.27	0.40	1.39						
Upper Tributaries	S3	S3-RBL	1.51	8.58	20.95	46.07	85.59	94.20	100.00	0.39	0.39	0.48	0.48	0.48	0.52	0.52								
			0.60	3.23	9.41	22.37	35.99	65.59	100.00	0.34	0.34	0.38	0.38	0.38	0.40	0.40								
			2.68	12.50	16.45	25.64	38.97	63.41	100.00	0.45	0.45	0.87	1.82	1.82	2.08	2.08	0.63	1.43						
			3.11	23.04	34.84	45.37	62.30	80.90	100.00	0.40	0.40	0.87	1.82	1.82	2.08	2.08	0.63	1.43						
			0.87	6.14	16.98	46.86	70.12	79.55	100.00	0.40	0.40	0.87	1.82	1.82	2.08	2.08	0.63	1.43						
Liriguay River	U1	U1-RBL	0.34	6.18	10.73	17.42	27.14	54.68	100.00	1.78	0.95	1.05	2.25	1.24	2.48	1.38	1.47							
			4.08	19.09	36.81	53.75	60.92	75.84	100.00	0.31	0.31	0.41	0.73	1.91	0.53	0.82	2.11	0.59						
			0.47	1.23	2.81	12.12	41.33	87.12	100.00	0.95	0.95	1.91	3.82	3.82	7.64	7.64	1.38	1.47						
			1.66	8.10	17.72	40.04	58.96	76.53	100.00	0.34	0.34	0.41	0.73	1.91	0.53	0.82	2.11	0.59						
			3.71	17.69	30.07	62.28	71.73	84.43	100.00	0.29	0.29	0.41	0.73	1.91	0.53	0.82	2.11	0.59						

Cuadro M.4.1 CONCEPTO DEL MEJORAMIENTO DE CANAL (PLAN MAESTRO)

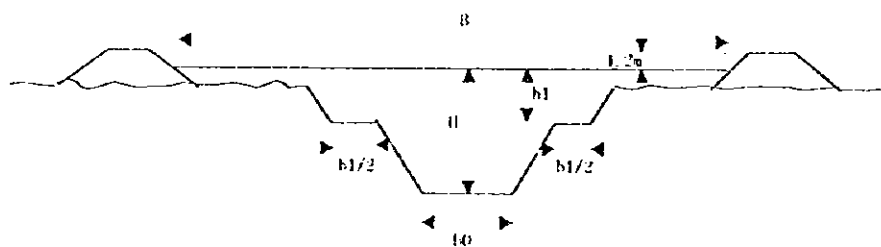
Stretch			Concept of improvement for Master Plan
Code	From	To	
SAN MIGUEL RIVER			
L1-1	Santa Rita R. (SR21+0.20k)	End of farm land (SM1)	PL: Conservation of mangrove WK: None
L1-2	End of farm land (SM1)	Cerro El Encantado (SM7)	PL: Q10yr, DHWL>GH WK: Channel excavation, No dike.
L1-3	Cerro El Encantado (SM7)	Limon R. (SM13)	PL: Q10yr, DHWL>GH WK: Channel excavation, Dike
L2-1	Limon R. (SM13)	El Angel (SM24)	
L2-2	El Angel (SM24)	Ereguatquin R. (SM30-0.05k)	PL: Q10yr, DHWL>GH WK: Channel excavation, Dike(locally).
L3	Ereguatquin R. (SM30-0.05k)	Vado Marin Br. (SM58-0.02k)	
L4-1	Vado Marin Br. (SM58-0.02k)	Jocotal Drainage (SM64-0.03k)	PL: Q10yr, DHWL<GH, Realignment of river course WK: Channel excavation, Cut-off-channel, No dike.
L4-2	Jocotal Drainage (SM64-0.03k)	Brazo de S.M. (SM80-0.06k)	PL: Q10yr, DHWL>GH, Realignment of river course WK: Channel excavation, Cut-off-channel, No dike.
L4-3	Brazo de S.M. (SM80-0.06k)	Chilaguera R. (SM92-0.25k)	PL: Q10yr, DHWL<GH, Realignment of river course WK: Channel excavation, Cut-off-channel, No dike.
L4-4	Chilaguera R. (SM92-0.25k)	La Canoa (SM96)	
L4-5	La Canoa (SM96)	El Delirio (SM103)	PL: Existing capacity>Q10yr WK: None
M1	El Delirio (SM103)	Olomega Dr. (SM104+0.14k)	PL: Q10yr, DHWL<GH WK: Channel excavation, Cut-off-channel, No dike.
O1-1	Olomega D/SM (SM104+0.14k)	End of COC (OL1+0.80k)	
COC	End of COC (OL1+0.80k)	Start of COC/SM (SM113)	PL: Q10yr, DHWL<GH, Realignment of river course WK: Channel excavation, Cut-off-channel, No dike.
M2-2	Start of COC/SM (SM113)	Ground sill (SM117)	PL: Q10yr, DHWL<GH WK: Channel excavation, Cut-off-channel, No dike.
M2-3	Ground sill (SM117)	Pelota R. (SM119+0.09k)	PL: Q10yr, DHWL>GH WK: Channel excavation, Dike
M3	Pelota R. (SM119+0.09k)	L. Aramuaca (SM135)	
M4	L. Aramuaca (SM135)	Moscoso Br. (SM157)	PL: Q10yr, DHWL>GH WK: Channel excavation(locally), No dike
M5	Moscoso Br. (SM157)	Taisihuat R. (SM165+0.17k)	
M6-1	Taisihuat R. (SM165+0.17k)	Urbina Br. (SM170-0.06k)	
OLOMEGA DRAINAGE			
O1-2	End of FW (OL1+0.80k)	Pelota R. (OL6+0.10k)	PL: Q10yr, DHWL<GH WK: Channel excavation, No dike
O2	Pelota R. (OL6+0.10k)	Olomega Outlet. (OL6+0.30k)	
Wo	Olomega Outlet. (OL6+0.30k)	Lake Olomega	
OLOMEGA DIVERSION CHANNEL			
W1	Lake Olomega	Pelota R. (PL2+0.44k)	PL: Q10yr, DHWL>GH, Realignment of river course WK: Channel excavation, Dike
P2	Pelota R. (PL2+0.44k)	S.Miguel R. (SM120-0.26k)	

REMARKS:

- 1) PL: Concept of planning
- 2) WK: Concept of improvement works
- 3) Q10yr (or Q2yr): 10 year (or 2 year) probable discharge
- 4) Q'10yr: 10 year probable discharge with inundation upstream
- 5) Qex: Existing channel capacity
- 6) DHWL>GH (or DHWL<GH): Design high water level is higher than (or lower) than surrounding ground height

16 Cuadro M.4.2 PERFIL Y CORTE DISEÑO (PLAN MAESTRO)

Location	Sta No	Stretch code	Distance(km)			Elevation(m.MSL)			Slope 1/l		Width(m)				Depth(m)		Qd (m ³ /s)
			dX	X	R Bed	DHWL	D dike	R bed	DHWL	b0	b1	b2	B	H	h1		
LOWER REACHES																	
River mouth	SR0	-	-	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santa Rita R	SR21+0.20k		10.00	10.00	-0.50	4.00	-	-	1,249	1,249	64	0	50	135	4.50	2.96	
End of farm land	SM1	L1-1	0.86	10.86	0.19	4.69	5.89	-	1,249	1,249	64	0	50	135	4.50	2.96	970
End of farm land	SM1		0.00	10.86	0.19	4.69	5.89	-	1,249	1,249	64	0	50	135	4.50	2.96	
Cerro El Encantado	SM7	L1-2	2.65	13.51	2.31	6.81	8.01	-	1,249	1,249	64	0	50	135	4.50	2.96	970
Cerro El Encantado	SM7		0.00	13.51	2.31	6.81	8.01	-	1,249	1,249	64	0	50	135	4.50	2.70	
Limon R	SM13	L1-3	3.36	16.87	5.00	9.50	10.70	-	1,249	1,249	64	0	50	135	4.50	2.70	970
Limon R	SM13		0.00	16.87	5.00	9.50	10.70	-	1,228	1,025	62	0	50	130	4.50	1.93	
Ereguatquin R	SM130+0.05k	L2	9.33	26.20	12.60	18.60	19.80	-	1,228	1,025	62	6	44	140	6.00	3.00	970
Ereguatquin R	SM130+0.05k		0.00	26.20	12.60	18.60	19.80	-	2,872	2,872	56	6	44	130	6.00	3.00	
Vado Marin Br (old)	SM53	L3	15.51	41.71	18.00	24.00	25.20	-	2,872	2,872	56	6	44	130	6.00	3.00	830
Vado Marin Br (old)	SM53		0.00	41.71	18.00	24.00	25.20	-	2,932	2,932	56	6	44	130	6.00	3.00	
Jocotal Drainage	SM63	L4-1	2.17	43.85	18.74	24.74	-	-	2,932	2,932	56	6	44	130	6.00	3.00	750
Jocotal Drainage	SM63		0.00	43.85	18.74	24.74	-	-	2,788	2,788	56	20	30	130	6.00	3.00	
Brazo de S M	SM79+0.15k	L4-2	6.30	50.18	21.00	27.00	-	-	2,788	2,788	56	20	30	130	6.00	3.00	890
Brazo de S M	SM79+0.15k		0.00	50.18	21.80	27.00	-	-	1,457	1,457	56	20	30	130	5.20	2.20	
Chilanguera R	SM91+0.32k	L4-3	4.37	54.55	24.80	30.00	-	-	1,457	1,457	56	20	30	130	5.20	2.20	890
Chilanguera R	SM91+0.32k		0.00	54.55	25.70	30.00	-	-	968	968	56	20	30	125	4.30	1.30	
La Canoa	SM95+0.38k	L4-4	2.42	56.97	28.20	32.50	-	-	968	968	56	20	30	125	4.30	1.30	770
La Canoa	SM95+0.38k		0.00	56.97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
El Delirio	SM103	L4-5	6.74	61.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MIDDLE REACHES																	
El Delirio	SM103		0.00	61.29	56.07	61.07	-	-	1,637	1,637	53	20	30	125	5.00	2.00	
Olomega Dr / S M R	SM104+0.14k	M1	0.71	62.00	56.50	61.50	-	-	1,637	1,637	53	20	30	125	5.00	2.00	770
Olomega Dr / S M R	SM104+0.14k		0.00	62.00	56.50	61.50	-	-	1,637	1,637	52	20	30	125	5.00	2.00	
End of COC	OL1+0.80k	O1-1	0.85	62.85	57.02	62.02	-	-	1,637	1,637	52	20	30	125	5.00	2.00	760
End of COC	OL1+0.80k		0.00	62.85	57.02	62.02	-	-	1,637	1,637	52	20	30	125	5.00	2.00	
Start of COC/G sill	SM113	COC	2.10	64.95	58.30	63.30	-	-	1,637	1,637	52	20	30	125	5.00	2.00	760
Start of COC/G sill	SM113		0.00	64.95	59.30	65.30	-	-	1,637	1,637	29	6	44	105	6.00	3.00	
WL drop	SM117	M2-2	2.39	67.34	60.76	66.76	-	-	1,637	1,637	29	6	44	105	6.00	3.00	660
WL drop	SM117		0.00	67.34	61.75	68.75	69.95	-	1,637	1,637	16	6	44	95	7.00	4.00	
Pelota R	SM120-0.26k	M2-3	2.05	69.39	63.00	70.00	71.20	-	1,637	1,637	16	6	44	95	7.00	4.00	660
Pelota R	SM120-0.26k		0.00	69.39	63.00	70.00	71.20	-	1,637	1,637	40	6	44	120	7.00	4.00	
L Aramuaca	SM135	M3	10.47	79.85	69.40	76.40	77.60	-	1,637	1,637	40	6	44	120	7.00	4.00	1,150
L Aramuaca	SM135		0.00	79.85	69.40	76.40	-	-	1,637	1,637	40	6	44	120	7.00	4.00	
Moscoso Br.	SM157	M4	13.10	92.95	77.40	84.40	-	-	1,637	1,637	40	6	44	120	7.00	4.00	1,150
Moscoso Br.	SM157		0.00	92.95	77.40	84.40	-	-	1,440	1,440	32	6	44	110	7.00	4.00	
Taisihuat R.	SM165+0.17k	M5	4.25	97.21	80.35	87.35	-	-	1,440	1,440	32	6	44	110	7.00	4.00	1,050
Taisihuat R.	SM165+0.17k		0.00	97.21	80.35	89.85	-	-	1,440	2,124	7	6	44	95	9.50	6.50	
Urbina Br.	SM170-0.06k	M6-1	2.23	99.44	81.90	90.90	-	-	1,440	2,124	12	6	44	100	9.00	6.00	960
OLOMEGA DRAINAGE CHANNEL																	
End of Drainage	OL1+0.80k		0.00	0.00	59.02	62.02	-	-	1,657	1,657	29	0	50	95	3.00	0.01	
Olomega Outlet	OL6+0.10k	O1-2	4.11	4.11	61.50	64.50	-	-	1,657	1,657	29	0	50	95	3.00	0.01	150
Olomega Outlet	Wo+0k		0.00	4.11	63.50	65.50	-	-	0	0	200	0	0	210	2.00	0.00	
Wo+0.95k	Wo+0.95k	Wo	1.15	5.26	63.50	65.50	-	-	0	0	200	0	0	210	2.00	0.00	
DIVERSION CHANNEL																	
Wi-1.10k	Wi-1.10k		0.00	-1.31	63.50	65.50	66.70	-	2,140	-	62	0	0	75	2.00	0.00	
Wi+0.PL2+0.44k	Wi-0.00k	Wi	1.10	-3.21	63.50	65.50	66.70	-	0	2,140	62	0	0	75	2.00	0.00	
Wi+0.PL2+0.44k	PL2+0.44k		0.00	-3.21	63.50	67.50	68.70	-	6,420	2,140	62	0	30	105	4.00	1.29	
San Miguel R	SM120-0.26k	P2	3.21	0.00	64.00	69.00	70.20	-	6,420	2,140	38	6	44	105	5.00	2.00	520



Cuadro M.4.3 CANTIDAD DE OBRAS, PLAN MAESTRO(1/2)

From		To		Stretch code	Length dX(km)	Excavation (m ³)	Embankment(m ³)	Land (1,000m ²)	House (nos)
Location	Station	Location	Station						
LOWER REACHES									
River mouth	SR0	Santa Rita R.	SR21+0.20k	Li-1	10.00	0	0	0	0
Santa Rita R.	SR21+0.20k	End of farm land	SM1	Li-2	0.86	241,900	0	299	1
End of farm land	SM1	Cerro El Encantado	SM7	Li-3	2.65	240,900	381,900	429	0
Cerro El Encantado	SM7	Limon R.	SM13	L2	3.36	743,000	469,300	845	3
Limon R.	SM13	Ereguatuquin R.	SM30+0.05k	L3	9.33	2,739,100	325,000	1,067	11
Ereguatuquin R.	SM30+0.05k	Vado Marin Br.(old)	SM58	L4-1	15.51	1,212,400	0	191	0
Vado Marin Br.(old)	SM58	Jocotal Drainage	SM63	L4-2	2.17	2,417,400	0	711	0
Jocotal Drainage	SM63	Brazo de S.M.	SM79+0.15k	L4-3	6.30	1,834,900	0	526	0
Brazo de S.M.	SM79+0.15k	Chilanguera R.	SM91+0.32k	L4-4	4.37	801,500	0	267	0
Chilanguera R.	SM91+0.32k	La Canoa	SM95+0.38k	L4-5	2.42	0	0	0	0
La Canoa	SM95+0.38k	El Delirio	SM103	Sub-total	63.71	10,231,100	1,176,200	4,335	15
MIDDLE REACHES									
El Delirio	SM103	Olomega D/S.M.R.	SM104+0.14k	M1	0.71	329,300	0	62	0
Olomega D/S.M.R.	SM104+0.14k	Start of COC/G.Sill	SM113	M2-1	5.36	0	0	0	0
Olomega D/S.M.R.	SM104+0.14k	End of COC	OL1+0.80k	O1-1	0.85	164,100	0	96	0
End of COC	OL1+0.80k	Start of COC/G.Sill	SM113	COC	2.10	722,400	0	289	0
Start of COC/G.Sill	SM113	WL drop	SM117	M2-2	2.39	315,400	0	184	0
WL drop	SM117	Pelota R.	SM120-0.26k	M2-3	2.05	216,700	103,400	171	0
Pelota R.	SM120-0.26k	L. Aramuaca	SM135	M3	10.47	775,000	427,400	654	3
L. Aramuaca	SM135	Moscoso Br.	SM157	M4	13.10	754,900	0	757	0
Moscoso Br.	SM157	Taisihuat R.	SM165+0.17k	M5	4.25	73,800	0	214	0
Taisihuat R.	SM165+0.17k	Urbina Br.	SM170-0.06k	M6-1	2.23	5,600	0	56	0
Urbina Br.	SM170-0.06k	Sub-total		Sub-total	43.51	3,357,200	530,800	2,483	3
LOMEGA DRAINAGE									
End of Drainage	OL1+0.30k	Pelota R.	OL6+0.10k	O1-2	4.11	468,700	0	351	0
Pelota R.	OL6+0.10k	Olomega Outlet	OL6+0.30k	O2	0.20	91,700	0	18	0
Olomega Outlet	OL6+0.30k	Lake Olomega	Wo+0.95k	Wo	0.95	30,400	0	50	0
Lake Olomega	Wo+0.95k	Sub-total		Sub-total	5.26	590,800	0	419	0
LOMEGA DIVERSION CHANNEL									
Olomega D.	OL6+0.10k	Diversion weir	PL2+0.44k	P1	1.53	0	0	0	0
Diversion weir	Wi+0/PL2+0.4	San Miguel R.	SM120-0.26k	P2	3.21	688,900	98,600	126	0
Lake Olomega	Wi-1.10k	Wi+0/PL2+0.44k	Wi-0.00k	Wi	1.10	88,000	37,600	423	2
Sub-total		Sub-total		Sub-total	5.84	776,900	136,200	549	2
Grand total		Grand total		Grand total	118.32	14,956,000	1,843,200	7,786	20

Cuadro M.4.3 CANTIDAD DE OBRAS, PLAN MAESTRO(2/2)

Stretch code	Revetment			Drainage sluice			Ground sill and gate			Road and bridge		
	Code	L(m)	Remarks	Code	Da(km ²)	Type	Code	Drop(m)	Wid (m)	Facility	Leng (m)	Works
L1-1				S1	20	B				Left road	840	Relocation
L1-2	Rs1	300	Left	S2	25	B						
L1-3				S3	45	C				Left road	350	Relocation
L2	Rs2	300	Right	S4	05	A				Right road	550	Relocation
	Rs3	300	Right	S5	25	B				Left road	2.150	Relocation
				S6	05	A				Right road	200	Relocation
				S7	25	B						
				S8	1.0	A						
L3				S9	1.0	A				Morepara br	86	Reconstruction
				S10	1.0	A						
				S11	15	B						
				S12	1.0	A						
				S13	3.0	C						
				S14	1.0	A						
L4-1	Rs4	200	Right							Vado Marin br	86	Reconstruction
L4-2	Rs5	200	Right				G1	0.8	100			
	Rs6	200	Left									
	Rs7	200	Right									
	Rs8	200	Left									
	Rs9	200	Left									
	Rs10	200	Right									
	Rs11	200	Right									
L4-3	Rs12	200	Left				G2	0.9	97			
	Rs13	200	Right									
L4-4	Rs14	200	Right									
	Rs15	200	Left									
	Rs16	200	Right									
	Rs17	200	Left									
L4-5												
M1												
O1-1												
COC	Rs18	300	Left				G3	1	92	COC bridge	90	New
	Rs19	300	Right									
	Rs20	300	Right									
M2-2	Rs21	200	Right				G4	0.99	59			
M2-3							Intake gate					
M3				S16	15	B						
M4												
M5												
M6-1												
O1-2	Ro1	200	Right							Drain.ch. bridge	40	New
	Ro2	200	Left							Left road	200	Relocation
	Ro3	200	Right							Right road	450	Relocation
O2							Control gate					
P2	Rp1	200	Left				Diversion weir			Div.ch bridge	105	New
	Rp2	200	Left							Right road	400	Relocation
	Rp3	200	Right									
Total		6.000	m			15 places			Ground sill: 348 m Gate, weir: 3 places		Bridge: 5 bridges Rural road: 5.140 m	

(Remarks)

- 1) L: Length of revetment works
- 3) Da: Approximate drainage area of sluice
- 4) Wid of ground sill: Surface width of channel at DHWL

2) Type of sluice.

- A: (width)1 25m x (height)1 25m
- B: (width)1 75m x (height)1 75m
- C: (width)2 50m x (height)2 50m

Cuadro M.4.4 COSTO DEL PROYECTO, PLAN MAESTRO

Items	Unit		Quantity	Amount(million colons)		
	Unit	Cost(Col.)		Total	L.C.	F.C.
1. Construction works						
1.1 Channel works				705.1	306.2	398.9
Earth excavation(1)	m ³	45	8,087,000	363.9	149.2	214.7
Earth excavation(2)	m ³	20	6,266,000	125.3	51.4	73.9
Rock excavation	m ³	173	603,000	104.3	42.8	61.5
Embankment	m ³	42	1,843,000	77.4	31.7	45.7
Revetment	m	5,700	6,000	34.2	31.1	3.1
1.2 Structure works				34.7	25.6	9.1
Diversion weir	l.s.			10.9	9.4	1.5
Control gate	l.s.			9.4	5.8	3.6
Drainage sluice				8.0	5.0	3.0
Type-A	nos	426,000	7	3.0	1.9	1.1
Type-B	nos	586,000	6	3.5	2.2	1.3
Type-C	nos	754,000	2	1.5	0.9	0.6
Ground sill	m	18,300	348	6.4	5.4	1.0
1.3 Appurtenant works				67.7	37.5	30.2
Intake gate(Type-B)	nos	586,000	1	0.6	0.4	0.2
Bridge				58.2	30.3	27.9
Bridge(105m)	nos	13,400,000	1	13.4	7.0	6.4
Bridge(90m)	nos	12,600,000	3	37.8	19.7	18.1
Bridge(40m)	nos	7,000,000	1	7.0	3.6	3.4
Rural road	m	160	5,140	0.8	0.8	0.0
Telemetry system	l.s.			8.1	6.1	2.0
(Sub-total : 1.1+1.2+1.3)				807.5	369.3	438.2
2. Land and house				23.8	23.8	0.0
Land acquisit (1)	10 ³ m ²	2,150	728	1.6	1.6	0.0
Land acquisit (2)	10 ³ m ²	5,720	845	4.8	4.8	0.0
Land acquisit (3)	10 ³ m ²	2,570	1,067	2.7	2.7	0.0
Land acquisit (4)	10 ³ m ²	720	1,695	1.2	1.2	0.0
Land acquisit (5)	10 ³ m ²	3,580	3,181	11.4	11.4	0.0
Land acquisit (6)	10 ³ m ²	7,150	270	1.9	1.9	0.0
House compensat.	house	12,000	20	0.2	0.2	0.0
3. Administration	l.s.			41.6	41.6	0.0
4. Engineering service	l.s.			124.7	46.1	78.6
5. Physical contingency	l.s.			99.8	48.1	51.7
Total (1+2+3+4+5)				1,097.4	528.9	568.5

Note: The above costs are presented on the fixed price basis as of Dec.,1996 and price contingency is not included.

Cuadro M.5.1 CONCEPTO DEL MEJORAMIENTO DEL CANAL

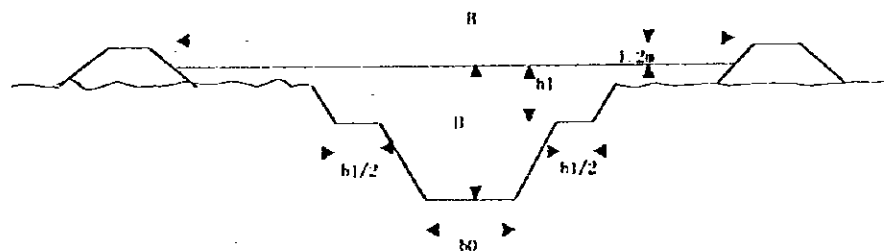
Stretch			Concept of improvement	
Code	From	To	Master Plan	Priority Project
SAN MIGUEL RIVER				
L1-1	Santa Rita R. (SR21+0.20k)	End of farm land (SM1)	PL: Conservation of mangrove WK: None	PL: Conservation of mangrove WK: None
L1-2	End of farm land (SM1)	Cerro El Encantado (SM7)	PL: Q10yr, DHWL>GH WK: Ch.ex, No dike,	PL: Q'10yr, DHWL>GH WK: Ch.ex, No dike,
L1-3	Cerro El Encantado (SM7)	Limon R. (SM13)	PL: Q10yr, DHWL>GH WK: Ch.ex, Dike	PL: Q'10yr, DHWL>GH WK: Ch.ex, Dike(Right only).
L2-1	Limon R. (SM13)	El Angel (SM24)		
L2-2	El Angel (SM24)	Ereguatquin R. (SM30-0.05k)	PL: Q10yr, DHWL>GH WK: Ch.ex, Dike(locally),	PL: Qex>Q2yr WK: None
L3	Ereguatquin R. (SM30-0.05k)	Vado Marin Br. (SM58-0.02k)		PL: Q2yr, DHWL>GH WK: Ch.ex(locally), No dike
L4-1	Vado Marin Br. (SM58-0.02k)	Jocotal Drainage (SM64-0.03k)	PL: Q10yr, DHWL<GH, Realign WK: Ch.ex, COC, No dike.	PL: Q2yr, DHWL<GH, Realign WK: Ch.ex, COC, No dike.
L4-2	Jocotal Drainage (SM64-0.03k)	Brazo de S.M. (SM80-0.06k)	PL: Q10yr, DHWL>GH, Realign WK: Ch.ex, COC, No dike,	PL: Q2yr, DHWL>GH, Realign WK: Ch.ex, COC, No dike,
L4-3	Brazo de S.M. (SM80-0.06k)	Chilaguera R. (SM92-0.25k)	PL: Q10yr, DHWL<GH, Realign WK: Ch.ex, COC, No dike,	PL: Q2yr, DHWL<GH, Realign WK: Ch.ex, COC, No dike,
L4-4	Chilaguera R. (SM92-0.25k)	La Canoa (SM96)		
L4-5	La Canoa (SM96)	El Delirio (SM103)	PL: Qex>Q10yr WK: None	PL: Qex>Q2yr WK: None
M1	El Delirio (SM103)	Olomega Dr. (SM104+0.14k)	PL: Q10yr, DHWL<GH WK: Ch.ex, COC, No dike,	PL: Q2yr, DHWL<GH WK: Ch.ex, COC, No dike,
O1-1	Olomega D/SM (SM104+0.14k)	End of COC (OL1+0.80k)		
COC	End of COC (OL1+0.80k)	Start of COC/SM (SM113)	PL: Q10yr, DHWL<GH, Realign WK: Ch.ex, COC, No dike,	PL: Q2yr, DHWL<GH, Realign WK: Ch.ex, COC, No dike,
M2-2	Start of COC/SM (SM113)	Ground sill (SM117)	PL: Q10yr, DHWL<GH WK: Ch.ex, COC, No dike,	PL: Q2yr, DHWL<GH WK: Ch.ex, COC, No dike,
M2-3	Ground sill (SM117)	Pelota R. (SM119+0.09k)	PL: Q10yr, DHWL>GH WK: Ch.ex, Dike	PL: Q'10yr, DHWL>GH WK: Ch.ex, Dike
M3	Pelota R. (SM119+0.09k)	L. Aramuaca (SM135)		
M4	L. Aramuaca (SM135)	Moscoso Br. (SM157)	PL: Q10yr, DHWL>GH WK: Ch.ex(locally), No dike	PL: Qex>Q2yr WK: None
M5	Moscoso Br. (SM157)	Taisihuat R. (SM165+0.17k)		
M6-1	Taisihuat R. (SM165+0.17k)	Urbina Br. (SM170-0.06k)		
OLOMEGA DRAINAGE				
O1-2	End of FW (OL1+0.80k)	Pelota R. (OL6+0.10k)	PL: Q10yr, DHWL<GH WK: Ch.ex, No dike	PL: Q'10yr, DHWL<GH WK: Ch.ex, No dike
O2	Pelota R. (OL6+0.10k)	Olomega Outlet. (OL6+0.30k)		
Wo	Olomega Outlet. (OL6+0.30k)	Lake Olomega		
OLOMEGA DIVERSION CHANNEL				
W1	Lake Olomega	Pelota R. (PL2+0.44k)	PL: Q10yr, DHWL>GH, Realign WK: Ch.ex, Dike	PL: Q'10yr, DHWL>GH, Realign WK: Ch.ex, Dike
P2	Pelota R. (PL2+0.44k)	S.Miguel R. (SM120-0.26k)		

REMARKS:

- 1) PL: Concept of planning
- 2) WK: Concept of improvement works
- 3) Q10yr (or Q2yr): 10 year (or 2 year) probable discharge
- 4) Q'10yr: 10 year probable discharge with inundation upstream
- 5) Qex: Existing channel capacity
- 6) DHWL>GH (or DHWL<GH): Design high water level is higher than (or lower) than surrounding ground height.
- 7) Ch.ex: Channel excavation
- 8) Realign: Realignment of river course
- 9) COC: Cut-off channel

Cuadro M.5.2 PERFIL Y CORTE DISEÑO (PROYECTO PRIORITARIO)

Location	Sta No	Stretch code	Distance(km)		Elevation(m,MSL)			Slope 1/I		Width(m)			Depth(m)		Qd (m³/s)
			dX	X	R Bed	DHWL	D dike	R bed	DHWL	b0	b1	b2	B	II	
LOWER REACHES															
River mouth	SR0	-	-	0 00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santa Rita R.	SR21+0.20k		10.00	10.00	-0.50	4.00	-	1,249	1,249	39	0	50	135	4.50	2.96
End of farm land	SM1	L1-1	0.86	10.86	0.19	4.69	-	1,249	1,249	39	0	50	135	4.50	2.96
End of farm land	SM11		0.00	10.86	0.19	4.69	5.89	1,249	1,249	39	0	50	135	4.50	2.96
Cerro El Encantado	SM7	L1-2	2.65	13.51	2.31	6.81	8.01	1,249	1,249	39	0	50	135	4.50	2.96
Cerro El Encantado	SM7		0.00	13.51	2.31	6.81	8.01	1,249	1,249	39	0	50	135	4.50	2.70
Limon R.	SM13	L1-3	3.36	16.87	5.00	9.50	10.70	1,249	1,249	39	0	50	135	4.50	2.70
Limon R.	SM13		0.00	16.87	5.00	9.50	10.70	1,228	1,025	39	0	50	130	4.50	1.93
Ereguatquin R.	SM30+0.05k	L2	9.33	26.20	12.60	18.60	19.80	1,228	1,025	39	6	44	140	6.00	3.00
Ereguatquin R.	SM30+0.05k		0.00	26.20	12.60	18.60	19.80	2,872	2,872	29	6	44	130	6.00	3.00
Vado Marin Br.(old)	SM58	L3	15.51	41.71	18.00	24.00	25.20	2,872	2,872	29	6	44	130	6.00	3.00
Vado Marin Br.(old)	SM58		0.00	41.71	18.00	24.00	25.20	2,932	2,932	29	6	44	130	6.00	3.00
Jocotal Drainage	SM63	L4-1	2.17	43.88	18.74	24.74	-	2,932	2,932	29	6	44	130	6.00	3.00
Jocotal Drainage	SM63		0.00	43.88	18.74	24.74	-	2,788	2,788	29	6	44	130	6.00	3.00
Brazo de S.M.	SM79+0.15k	L4-2	6.30	50.18	21.00	27.00	-	2,788	2,788	29	6	44	130	6.00	3.00
Brazo de S.M.	SM79+0.15k		0.00	50.18	21.00	27.00	-	1,457	1,457	29	6	44	130	5.20	2.20
Chilanguera R.	SM91+0.32k	L4-3	4.37	54.55	24.80	30.00	-	1,457	1,457	29	6	44	130	5.20	2.20
Chilanguera R.	SM91+0.32k		0.00	54.55	25.70	30.00	-	968	968	29	6	44	125	4.30	1.30
La Canoa	SM95+0.38k	L4-4	2.42	56.97	28.20	32.50	-	968	968	29	6	44	125	4.30	1.30
La Canoa	SM95+0.38k		0.00	56.97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
El Delirio	SM103	L4-5	6.74	61.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MIDDLE REACHES															
El Delirio	SM103		0.00	61.29	56.07	61.07	-	1,637	1,637	27	6	44	125	5.00	2.00
Olomega Dr./S.M.R.	SM104+0.14k	M1	0.71	62.00	56.50	61.50	-	1,637	1,637	27	6	44	125	5.00	2.00
Olomega Dr./S.M.R.	SM104+0.14k		0.00	62.00	56.50	61.50	-	1,637	1,637	27	6	44	125	5.00	2.00
End of COC	OL1+0.80k	O1-1	0.85	62.85	57.02	62.02	-	1,637	1,637	27	6	44	125	5.00	2.00
End of COC	OL1+0.80k		0.00	62.85	57.02	62.02	-	1,637	1,637	27	6	44	125	5.00	2.00
Start of COC/G sill	SM113	COC	2.10	64.95	58.30	63.30	-	1,637	1,637	27	6	44	125	5.00	2.00
Start of COC/G sill	SM113		0.00	64.95	59.30	65.30	-	1,637	1,637	16	6	44	105	6.00	3.00
WL drop	SM117	M2-2	2.39	67.34	60.76	66.76	-	1,637	1,637	16	6	44	105	6.00	3.00
WL drop	SM117		0.00	67.34	61.75	68.75	69.95	1,637	1,637	16	6	44	95	7.00	4.00
Pelota R.	SM120-0.26k	M2-3	2.05	69.39	63.00	70.00	71.20	1,637	1,637	16	6	44	95	7.00	4.00
Pelota R.	SM120-0.26k		0.00	69.39	63.00	70.00	71.20	1,637	1,637	40	6	44	120	7.00	4.00
L. Aramuaca	SM135	M3	10.47	79.86	69.40	76.40	77.60	1,637	1,637	40	6	44	120	7.00	4.00
L. Aramuaca	SM135		0.00	79.86	69.40	76.40	-	1,637	1,637	40	6	44	120	7.00	4.00
Moscoso Br.	SM157	M4	13.10	92.96	77.40	84.40	-	1,637	1,637	40	6	44	120	7.00	4.00
Moscoso Br.	SM157		0.00	92.96	77.40	84.40	-	1,440	1,440	32	6	44	110	7.00	4.00
Taisihuat R.	SM165+0.17k	M5	4.25	97.21	80.35	87.35	-	1,440	1,440	32	6	44	110	7.00	4.00
Taisihuat R.	SM165+0.17k		0.00	97.21	80.35	89.85	-	1,440	2,124	7	6	44	95	9.50	6.50
Urbina Br.	SM170-0.06k	M6-1	2.23	99.44	81.90	90.90	-	1,440	2,124	12	6	44	100	9.00	6.00
OLOMEGA DRAINAGE CHANNEL															
End of Drainage	OL1+0.80k		0.00	0.00	59.02	62.02	-	1,657	1,657	29	0	50	95	3.00	0.01
Olomega Outlet	OL6+0.10k	O1-2	4.11	4.11	61.50	64.50	-	1,657	1,657	29	0	50	95	3.00	0.01
Olomega Outlet	Wo+0k		0.00	4.11	63.50	65.50	-	0	0	200	0	0	210	2.00	0.00
Olomega Outlet	Wo+0.95k	Wo	0.95	5.06	63.50	65.50	-	0	0	200	0	0	210	2.00	0.00
DIVERSION CHANNEL															
Wi-1.10k	Wi-1.10k		0.00	-4.31	63.50	65.50	66.70	-	2,140	62	0	0	75	2.00	0.00
Wi+0.PL2+0.44k	Wi-0.00k	Wi	1.10	-3.21	63.50	65.50	66.70	-	2,140	62	0	0	75	2.00	0.00
Wi+0.PL2+0.44k	PL2+0.44k		0.00	-3.21	63.50	67.50	68.70	6,420	2,140	62	0	30	105	4.00	1.29
San Miguel R.	SM120-0.26k	P2	3.21	0.00	64.00	69.00	70.20	6,420	2,140	38	6	44	105	5.00	2.00



Quadro M.5.3 CANTIDAD DE OBRAS, PROYECTO PRIORITARIO(1/2)

From		To		Station	Station	Stretch code	Length dX(km)	Excavation (m³)	Embankment(m³)	Land (1,000m²)	House (nos)	
Location	Station	Location	Station									
LOWER REACHES												
River mouth	SR0	Santa Rita R.	SR21+0.20k				10.00					
Santa Rita R.	SR21+0.20k	End of farm land	SM1			L1-1	0.86	0	0	0	0	
End of farm land	SM1	Cerro El Encantado	SM7			L1-2	2.65	146,900	0	299	1	
Cerro El Encantado	SM7	Limon R.	SM13			L1-3	3.36	77,600	239,300	429	0	
Limon R.	SM13	Ereguatquin R.	SM30+0.05k			L2	9.33	207,300	266,200	845	3	
Ereguatquin R.	SM30+0.05k	Vado Marin Br.(old)	SM58			L3	15.51	203,000	0	1,067	11	
Vado Marin Br.(old)	SM58	Jocotal Drainage	SM63			L4-1	2.17	824,100	0	191	0	
Jocotal Drainage	SM63	Brazo de S.M.	SM79+0.15k			L4-2	6.30	1,597,600	0	711	0	
Brazo de S.M.	SM79+0.15k	Chilanguera R.	SM91+0.32k			L4-3	4.37	1,220,900	0	526	0	
Chilanguera R.	SM91+0.32k	La Canoa	SM95+0.38k			L4-4	2.42	263,100	0	267	0	
La Canoa	SM95+0.38k	El Delirio	SM103			L4-5	6.74	0	0	0	0	
						Sub-total	63.71	4,550,500	505,500	4,335	15	
MIDDLE REACHES												
El Delirio	SM103	Olomega D./S.M.R.	SM104+0.14k			M1	0.71	80,800	0	62	0	
Olomega D./S.M.R.	SM104+0.14k	Start of COC/G.Sill	SM113			M2-1	5.36	0	0	0	0	
Olomega D./S.M.R.	SM104+0.14k	End of COC	OL1+0.80k			O1-1	0.85	167,900	0	96	0	
End of COC	OL1+0.80k	Start of COC/G.Sill	SM113			COC	2.10	556,500	0	289	0	
Start of COC/G.Sill	SM113	WL drop	SM117			M2-2	2.39	320,100	0	184	0	
WL drop	SM117	Pelota R.	SM120-0.26k			M2-3	2.05	216,700	103,400	171	0	
Pelota R.	SM120-0.26k	L. Aramuaca	SM135			M3	10.47	775,000	427,400	654	3	
L. Aramuaca	SM135	Moscoso Br.	SM157			M4	13.10	0	0	0	0	
Moscoso Br.	SM157	Taishuat R.	SM165+0.17k			M5	4.25	0	0	0	0	
Taishuat R.	SM165+0.17k	Urbina Br.	SM170-0.06k			M6-1	2.23	0	0	0	0	
						Sub-total	43.51	2,117,000	530,800	1,456	3	
OLOMEGA DRAINAGE												
End of Drainage	OL1+0.80k	Pelota R.	OL6+0.10k			O1-2	4.11	468,700	0	351	0	
Pelota R.	OL6+0.10k	Olomega Outlet	OL6+0.30k			O2	0.20	91,700	0	18	0	
Olomega Outlet	OL6+0.30k	Lake Olomega	Wo+0.95k			Wo	0.95	30,400	0	50	0	
						Sub-total	5.26	590,800	0	419	0	
OLOMEGA DIVERSION CHANNEL												
Olomega D.	OL6+0.10k	Diversion weir	PL2+0.44k			P1	1.53	0	0	0	0	
Diversion weir	Wi+0/PL2+0.4	San Miguel R.	SM120-0.26k			P2	3.21	688,900	98,600	126	0	
Lake Olomega	Wi+1.10k	Wi+0/PL2+0.44k	Wi-0.00k			Wi	1.10	88,000	37,600	423	2	
						Sub-total	5.84	776,900	136,200	549	2	
						Grand total	118.32	8,035,200	1,172,500	6,759	20	

Cuadro M.5.3 CANTIDAD DE OBRAS, PROYECTO PRIORITARIO(2/2)

Stretch code	Revetment			Drainage sluice			Ground sill and gate			Road and bridge		
	Code	L(m)	Remarks	Code	Da(km ²)	Type	Code	Drop(m)	Wid(m)	Facility	Leng(m)	Works
L1-1												
L1-2	Rs1	300	Left							Left road	840	Relocation
L1-3												
L2	Rs2	300	Right							Right road	550	Relocation
	Rs3	300	Right							Right road	200	Relocation
L3												
L4-1	Rs4	200	Right				G1	0.80	59			
L4-2	Rs5	200	Right									
	Rs6	200	Left									
	Rs7	200	Right									
	Rs8	200	Left									
	Rs9	200	Left									
	Rs10	200	Right									
	Rs11	200	Right									
L4-3	Rs12	200	Left				G2	0.90	56			
	Rs13	200	Right									
L4-4	Rs14	200	Right									
	Rs15	200	Left									
	Rs16	200	Right									
	Rs17	200	Left									
L4-5												
M1												
O1-1												
COC	Rs18	300	Left				G3	1.00	57	COC bridge	90	New
	Rs19	300	Right									
	Rs20	300	Right									
M2-2	Rs21	200	Right				G4	0.99	57			
M2-3							intake gate					
M3				S16	1.5	B						
M4												
M5												
M6												
O1-2	Ro1	200	Right							Drain ch. bridge	40	New
	Ro2	200	Left							Left road	200	Relocation
	Ro3	200	Right							Right road	450	Relocation
O2							Control gate					
P2	Rp1	200	Left				Diversion weir			Div. ch. bridge	105	New
	Rp2	200	Left							Right road	400	Relocation
	Rp3	200	Right									
Total		6,000	m			1 places			Ground sill: 229 m Gate, weir: 3 places			Bridge: 3 bridges Rural road: 2,640 m

(Remarks)

- 1) L: Length of revetment works
- 3) Da: Approximate drainage area of sluice
- 4) Wid. of ground sill: Surface width of channel at D.H.W.L.

- 2) Type of sluice
 - A: (width)1.25m x (height)1.25m
 - B: (width)1.75m x (height)1.75m
 - C: (width)2.50m x (height)2.50m

Cuadro M.5.4 COSTO DEL PROYECTO

Items	Unit		Master Plan Project				Priority Project				
	Unit	Cost(Col.)	Quantity	Amount(€ 10 ⁵)			Quantity	Amount(€ 10 ⁶)			
				Total	L.C.	F.C.		Total	L.C.	F.C.	
1. Construction works											
1.1 Channel works				705.1	306.2	398.9		366.9	167.5	199.4	
Earth excavation(1)	m ³	45	8,087,000	363.9	149.2	214.7	3,977,000	179.0	73.4	105.6	
Earth excavation(2)	m ³	20	6,266,000	125.3	51.4	73.9	3,906,000	78.1	32.0	46.1	
Rock excavation	m ³	173	603,000	104.3	42.8	61.5	152,000	26.3	10.8	15.5	
Embankment	m ³	42	1,813,000	77.4	31.7	45.7	1,173,000	49.3	20.2	29.1	
Revetment	m	5,700	6,000	34.2	31.1	3.1	6,000	34.2	31.1	3.1	
1.2 Structure works				34.7	25.6	9.1		24.7	18.8	5.9	
Diversion weir	l.s.			10.9	9.4	1.5		10.5	9.0	1.5	
Control gate	l.s.			9.4	5.8	3.6		9.4	5.8	3.6	
Drainage sluice				8.0	5.0	3.0		0.6	0.4	0.2	
Type-A	nos	426,000	7	3.0	1.9	1.1	0	0.0	0.0	0.0	
Type-B	nos	586,000	6	3.5	2.2	1.3	1	0.6	0.4	0.2	
Type-C	nos	754,000	2	1.5	0.9	0.6	0	0.0	0.0	0.0	
Ground sill	m	18,269	348	6.4	5.4	1.0	229	4.2	3.6	0.6	
1.3 Appurtenant works				67.7	37.5	30.2		42.1	24.0	18.1	
Intake gate(Type-B)	nos	586,000	1	0.6	0.4	0.2	1	0.6	0.4	0.2	
Bridge				58.2	30.3	27.9		33.0	17.2	15.8	
Bridge(105m)	nos	13,400,000	1	13.4	7.0	6.4	1	13.4	7.0	6.4	
Bridge(90m)	nos	12,600,000	3	37.8	19.7	18.1	1	12.6	6.6	6.0	
Bridge(40m)	nos	7,000,000	1	7.0	3.6	3.4	1	7.0	3.6	3.4	
Rural road	m	160	5,140	0.8	0.8	0.0	2,640	0.4	0.4	0.0	
Telemetering syste	l.s.			8.1	6.1	2.0		8.1	6.1	2.0	
(Sub-total : 1.1+1.2+1.3)				807.5	369.3	438.2		433.7	210.3	223.4	
2. Land and house				23.8	23.8	0.0		19.2	19.2	0.0	
Land acquisit (1)	10 ³ m ²	2,150	728	1.6	1.6	0.0	728	1.6	1.6	0.0	
Land acquisit (2)	10 ³ m ²	5,720	845	4.8	4.8	0.0	845	4.8	4.8	0.0	
Land acquisit (3)	10 ³ m ²	2,570	1,067	2.7	2.7	0.0	1,067	2.7	2.7	0.0	
Land acquisit (4)	10 ³ m ²	720	1,695	1.2	1.2	0.0	1,695	1.2	1.2	0.0	
Land acquisit (5)	10 ³ m ²	3,580	3,181	11.4	11.4	0.0	2,424	8.7	8.7	0.0	
Land acquisit (6)	10 ³ m ²	7,150	270	1.9	1.9	0.0	0	0.0	0.0	0.0	
House compensat.	house	12,000	20	0.2	0.2	0.0	20	0.2	0.2	0.0	
3. Administration	l.s.			41.6	41.6	0.0		22.6	22.6	0.0	
4. Engineering service	l.s.			124.7	46.1	78.6		67.9	25.1	42.8	
5. Physical contingency	l.s.			99.8	48.1	51.7		54.3	27.7	26.6	
(Sub-total : 1+2+3+4+5)				1,097.4	528.9	568.5		597.7	304.9	292.8	
6. Price contingency	l.s.			480.2	321.3	158.9		178.2	123.4	54.8	
Total				1,577.6	850.2	727.4		775.9	428.3	347.6	

Quadro M.5.5 COSTOS PARA MEJORAMIENTOS PARCIALES DEL PROYECTO PRIORITARIO

Items	Unit	Unit Cost(Col.)	Alt. 1: Priority Project			Alt. 2: Usulután/Jocotal			Alt. 3: Usulután												
			Quantity	Amount(€ 10 ⁶)		Quantity	Amount(€ 10 ⁶)		Quantity	Amount(€ 10 ⁶)											
				Total	L.C.		F.C.	Total		L.C.	F.C.	Total	L.C.	F.C.							
1. Construction works																					
1.1 Channel works																					
Earth excavation(1)	m ³	45	3,977,000	179.0	73.4	105.6	576,000	25.9	10.6	15.3	432,000	19.4	8.0	11.4	45.8	21.3	24.5				
Earth excavation(2)	m ³	20	3,906,000	78.1	32.0	46.1	3,906,000	78.1	32.0	46.1	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
Rock excavation	m ³	173	152,000	26.3	10.8	15.5	69,000	11.9	4.9	7.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
Embankment	m ³	42	1,173,000	49.3	20.2	29.1	506,000	21.3	8.7	12.6	506,000	21.3	8.7	12.6	21.3	8.7	12.6				
Revetment	m	5,700	6,000	34.2	31.1	3.1	3,700	21.1	19.2	1.9	900	5.1	4.6	0.5	2.1	1.8	0.3				
1.2 Structure works																					
Diversion weir	I.s.			10.5	9.0	1.5															
Control gate	I.s.			9.4	5.8	3.6															
Drainage sluice				0.6	0.4	0.2															
Type-A	nos	426,000	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
Type-B	nos	586,000	1	0.6	0.4	0.2	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
Type-C	nos	754,000	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
Ground sill	m	18,269	229	4.2	3.6	0.6	115	2.1	1.8	0.3	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
1.3 Appurtenant works																					
Intake gate(Type-B)	nos	586,000	1	0.6	0.4	0.2	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
Bridge				33.0	17.2	15.8															
Bridge(105m)	nos	13,400,000	1	13.4	7.0	6.4	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
Bridge(90m)	nos	12,600,000	1	12.6	6.6	6.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
Bridge(40m)	nos	7,000,000	1	7.0	3.6	3.4	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
Rural road	m	160	2,640	0.4	0.4	0.0	1,590	0.3	0.3	0.0	1,590	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0				
Telemetering syste	I.s.			8.1	6.1	2.0															
(Sub-total)				433.7	210.3	223.4		160.7	77.5	83.2		46.1	21.6	24.5							
2. Land and house				19.2	19.2	0.0		10.5	10.5	0.0		6.4	6.4	0.0							
Land acquisit.(1)	10 ³ m ²	2,150	728	1.6	1.6	0.0	728	1.6	1.6	0.0	728	1.6	1.6	0.0							
Land acquisit.(2)	10 ³ m ²	5,720	845	4.8	4.8	0.0	845	4.8	4.8	0.0	845	4.8	4.8	0.0							
Land acquisit.(3)	10 ³ m ²	2,570	1,067	2.7	2.7	0.0	1,067	2.7	2.7	0.0	0	0.0	0.0	0.0							
Land acquisit.(4)	10 ³ m ²	720	1,695	1.2	1.2	0.0	1,695	1.2	1.2	0.0	0	0.0	0.0	0.0							
Land acquisit.(5)	10 ³ m ²	3,580	2,424	8.7	8.7	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0							
Land acquisit.(6)	10 ³ m ²	7,150	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0							
House compensat.	house	12,000	20	0.2	0.2	0.0	15	0.2	0.2	0.0	4	0.0	0.0	0.0							
3. Administration	I.s.			22.6	22.6	0.0		8.6	8.6	0.0		2.6	2.6	0.0							
4. Engineering	I.s.			67.9	25.1	42.8		25.7	9.5	16.2		7.9	2.9	5.0							
5. Contingency	I.s.			54.3	27.7	26.6		29.7	10.6	19.1		6.5	3.4	2.9							
Total				597.7	304.9	292.8		235.2	116.7	118.5		69.3	36.9	32.4							



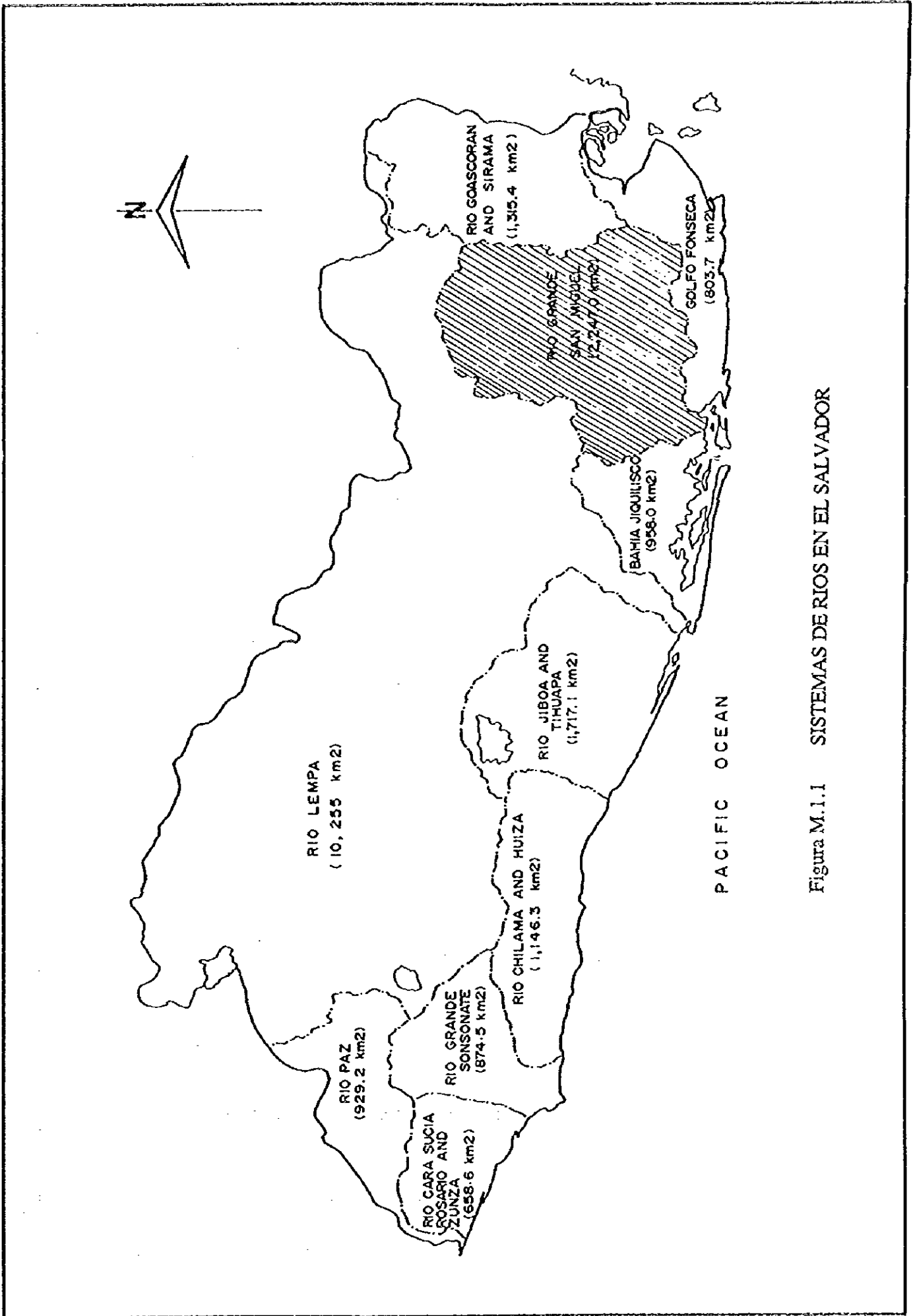


Figura M.1.1 SISTEMAS DE RIOS EN EL SALVADOR

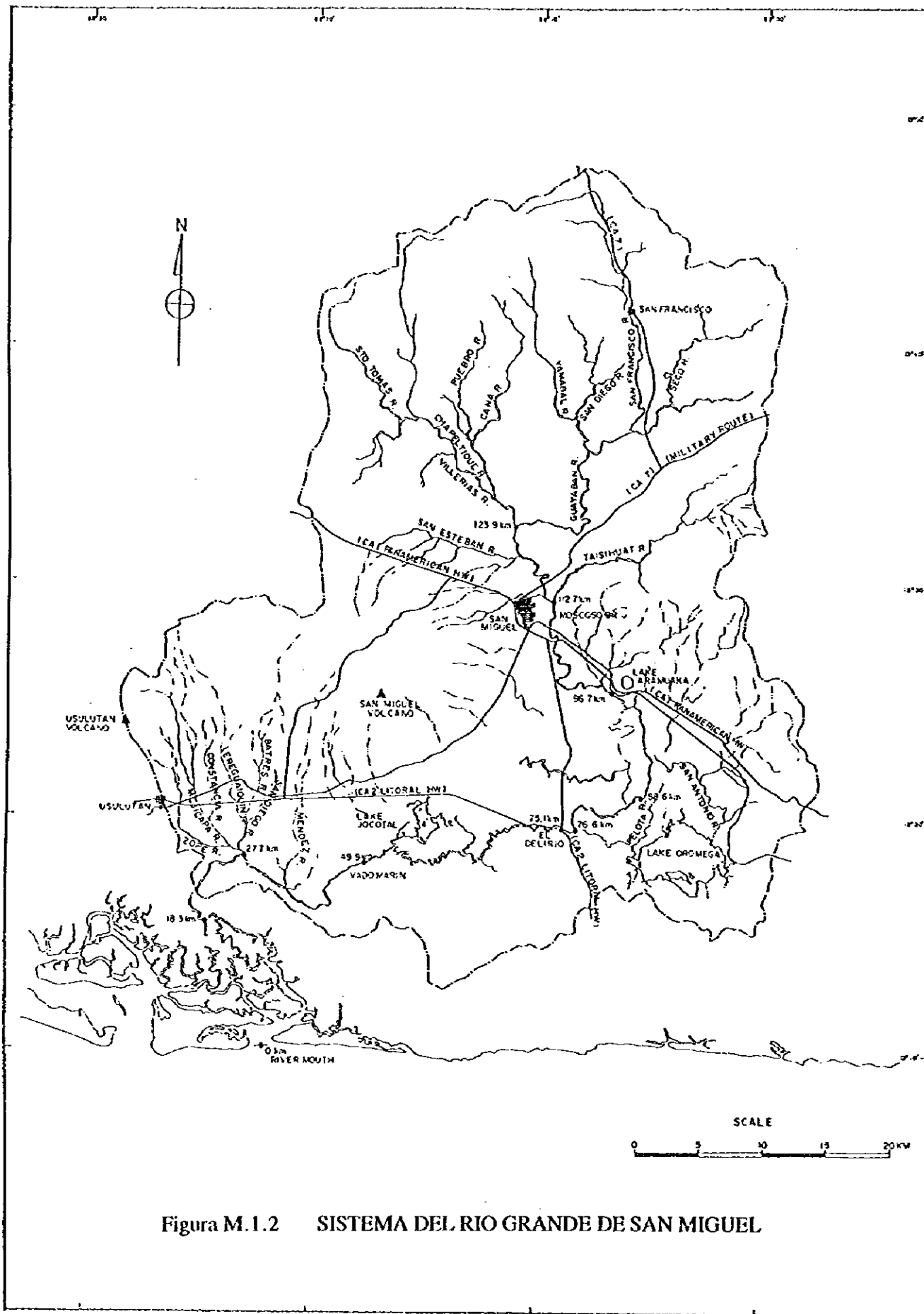


Figura M.1.2 SISTEMA DEL RIO GRANDE DE SAN MIGUEL