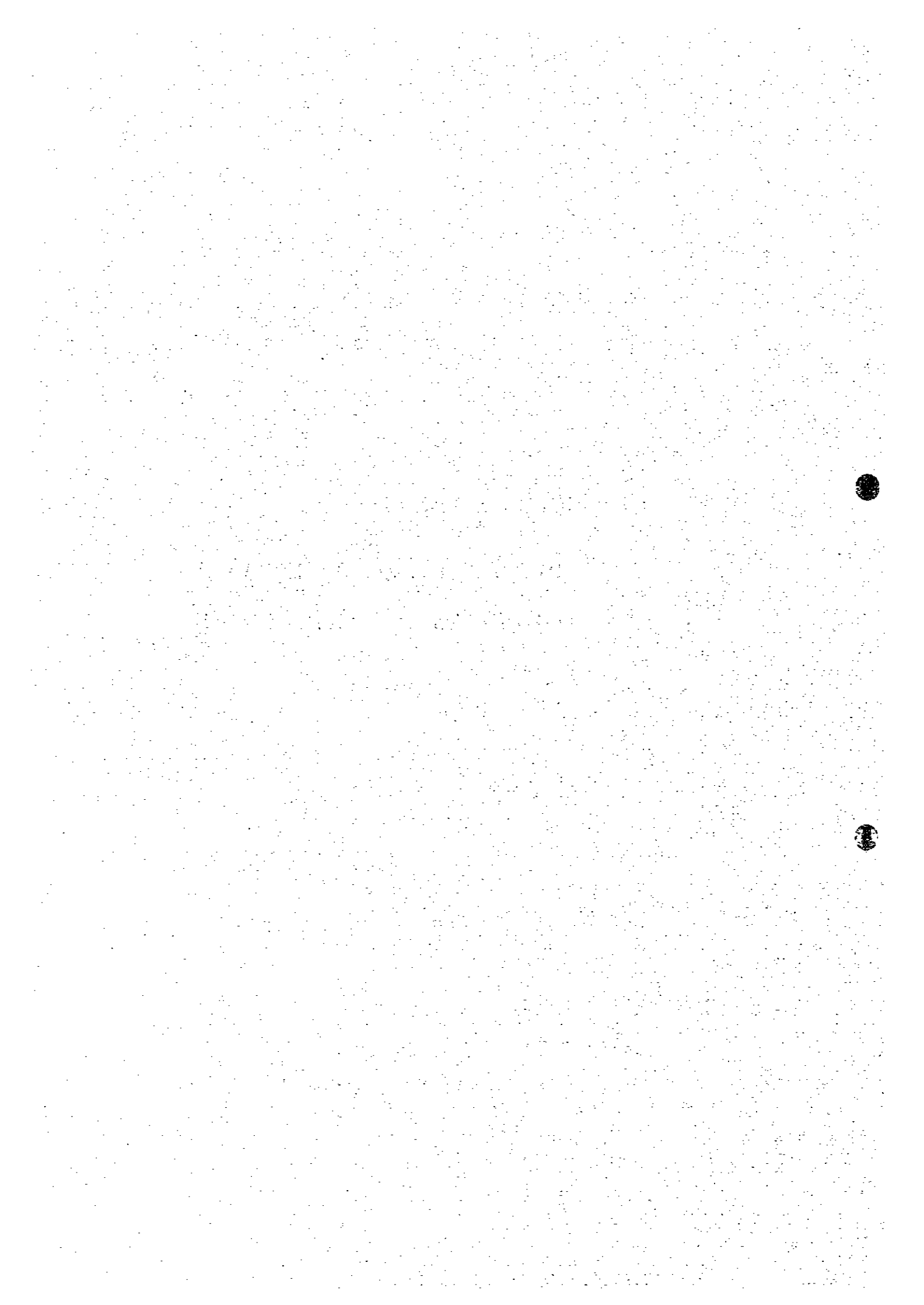


REPORTE DE APOYO

**J: PLAN PARA EL MANEJO DE
CUENCAS HIDROGRAFICAS**



Reporte de Apoyo J: Plan para el Manejo de Cuencas Hidrograficas

Contenido

1.	GENERALIDADES-----	J.1
1.1	Antecedentes del Estudio -----	J.1
2.	SITUACIÓN ACTUAL-----	J.2
2.1	Flujo del Río-----	J.2
2.2	Sedimentos-----	J.2
2.3	La Situación Actual del Manejode Cuencas Hideográficas -----	J.3
3.	PLAN PARA EL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS-----	J.3
3.1	Objetivos-----	J.3
3.2	Concepto Básico-----	J.4
3.3	Propuesta para el Manejo de Cuencas Hidrográficas-----	J.5
4.	ORGANIZACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO -----	J.6
5.	COSTO DEL PROYECTO-----	J.6
6.	PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN-----	J.7

Lista de Cuadros y Figuras en el Reporte de Apoyo J

Figura	J.2.1	Organigrama del CENTA.....	J.F.1
Figura	J.2.2	Organigrama del C.D.T., en Morazán, (CENTA).....	J.F.2
Figura	J.3.1	Propuesta para el Uso de Suelos Futuro	J.F.3
Figura	J.3.2	Propuesta para el Manejo de Cuencas Hidrográficas	J.F.4
Figura	J.4.1	Organización Propuesta.....	J.F.5

REPORTE DE APOYO J: PLAN PARA EL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

1. Generalidades

1.1 Antecedentes del Estudio

El Area de Estudio está cubierta por una vegetación pobre. El uso de suelos del Area de Estudio se compone de 4.7 % de bosque, 65.1 % de pastizales/grano y 16.0 % en otros fines agrícolas. La permeabilidad de los pastizales es muy baja en comparación con aquella de los bosques. Además, el bosque puede retener aguas lluvias, aumentar la descarga del río en la época seca, reducir erosión, mantener los nutrientes y mantener el agua del río limpia y mejor que con otros usos de suelos. Por consiguiente, desde el punto de vista del control de inundaciones y del desarrollo de los recursos hídricos en el Area de Estudio y considerando la situación de las inundaciones y de los recursos hídricos, es mejor cubrir de bosques las cuencas hidrográficas.

El bosque tiene su belleza como naturaleza y también tiene una ventaja económica al ser usado para la producción. La producción en los pastizales es más baja que la del bosque, especialmente en el área de fuertes pendientes. En el Area de Estudio, el área del bosque ha sido reducida por la tala de árboles para leña, actividades de corte y quema, etc., métodos que no son sostenibles debido a la alta densidad de población en la cuenca.

El control de inundaciones mediante las medidas estructurales es efectivo en un corto plazo; no obstante, es difícil hacerle frente a una gran inundación debido a la naturaleza del proyecto, el cual es no lucrativo y tiene un costo muy elevado. El costo del mantenimiento sería alto, si no se combina con las medidas no estructurales, debido a la sedimentación, el incremento de la descarga de inundación, etc.

Considerando lo anteriormente mencionado, el manejo de cuencas hidrográficas es una ventaja a largo plazo y va de acuerdo con la política nacional.

2. Situación Actual

2.1 Flujo del Río

La descarga de inundación del Río Grande de San Miguel en las llanuras de Moscoso, es de 1,000 a 2,000 m³/s del área de captación, con un área de 1,074 km². La descarga específica de 1.0 a 2.0 m³/s/km² no es muy grande, porque la cuenca está cubierta con grama y monte, si no lo está con bosque. La descarga pico se reduciría un poco si la cuenca estuviese reforestada. La descarga mínima anual en Moscoso es de 2.1 m³/s (0.2 m³/s/100 km²), la cual parece ser baja.

2.2 Sedimentos

La escorrentía de sedimento de la Cuenca Alta sería en el orden de los cientos de m³/km²/año. De acuerdo a los datos de medición en el Japón, la profundidad de la erosión de tierras engramadas es de un 20 % mayor a las de los bosques. La erosión en la Cuenca Alta, no representa un problema serio.

Las áreas de depósito del flujo de lodo se distribuyen en las Cuencas Baja y Media. Estas se ubican en las faldas del Volcán de San Miguel y en las áreas entre los volcanes de San Miguel y Usulután, las cuales producen bastante erosión, quizás en el orden de los miles de m³/km²/año. El Río Ereguayquin y el Río San Esteban tienen áreas con depósitos de flujo de lodo en sus captaciones y mucho del sedimento se descarga al Río Grande de San Miguel.

2.3 La Situación Actual del Manejo de Cuencas Hidrográficas

El manejo de cuencas hidrográficas, o sea, la reforestación y el control de la erosión, en principio se planean y se ejecutan por la DGRNR del MAG. CEL ha conducido un proyecto de reforestación en la cuenca del Río Lempa. El CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria) del MAG, es una agencia clave en la reforestación, control de erosión, etc. El CENTA está desarrollando la tecnología para la implementación de los proyectos que incluyen la investigación, educación, viveros, producción, etc. En el Area de Estudio, existe un C.D.T. (Centro de Desarrollo Tecnológico) en el departamento de Morazán, el cual tiene 21 oficinas y 93 técnicos en total. El organigrama del CENTA y del CDT se muestran en la Fig. J.2.1 y Fig. J.2.2.

Los temas más importantes con relación al manejo de cuencas hidrográficas en la cuenca del Río Grande de San Miguel son la reforestación y el control de la erosión. Debido a que los propietarios de las tierras y los trabajadores se relacionan para la ejecución de estos proyectos, incentivos necesarios, tales como dinero en efectivo, créditos o asistencia técnica, han sido estudiado por el PAES (Programa Ambiental de El Salvador) desde 1992/93. La Ley para el Incentivo Forestal está bajo estudio. Para el control de la erosión, se llevó a cabo un estudio para el área que se ubica al norte de la Ciudad de San Miguel.

3. Plan para el Manejo de Cuencas Hidrográficas

3.1 Objetivos

Los objetivos para el manejo de cuencas hidrográficas son:

- Reducir el volumen de la erosión de suelos
- Aumentar la descarga del río en la temporada seca

- Reducir la descarga de inundación pico, y
- Mantener el agua del río limpia.

Además de la protección de la tierras agrícolas y preservar la naturaleza.

3.2 Concepto Básico

Se propone que el manejo de cuencas hidrográficas esté basado en los siguientes conceptos:

- 1) Topografía, geología, condiciones del suelo y del agua se toman en cuenta para un programa de desarrollo sostenible. El mapa de clasificación del suelo realizado por el MAG, se ha usado básicamente para el planeamiento.
- 2) El Equipo de Estudio propuso un plan ideal para el uso de suelos, como programa a largo plazo, utilizando el mapa preparado por el MAG (referirse a la Fig. J.3.1).
- 3) Para el Plan Maestro, se han de seleccionar las áreas de reforestación y de control de la erosión del plan ideal para uso de suelos, considerando el volumen de trabajo posible para ser completado hasta el año meta de 2020.

Los puntos más relevantes del manejo de cuencas hidrográficas para cada subcuenca se describen a continuación:

Cuenca Alta

La Cuenca Alta es un área importante para recursos hídricos, así como para el almacenamiento de aguas de inundación. Los extensos pastizales se ubican hasta en las laderas empinadas de las montañas, las cuales deberán ser transformadas a bosques mediante la reforestación. Las áreas de depósitos de flujo de lodo en la parte alta de la cuenca del Río de San Esteban producen mucho sedimento. Se necesitará de la reforestación para áreas de pendientes empinadas o el control de erosión en pendientes suaves.

Cuenca Media

El área de reserva forestal en la pendiente del Volcán de San Miguel, deberá mantenerse como bosque. Las colinas del área de captación de la Laguna de Olomega, deberán ser reforestadas para reducir el flujo de sedimentos y de contaminantes hacia la Laguna.

Cuenca Baja

La extensa área de depósito del flujo de lodo entre los volcanes de San Miguel y de Usulután, produce muchos sedimentos y afecta la estabilidad del lecho del río. Las áreas de pendientes empinadas con depósitos de flujo de lodo deberán ser reforestadas, y el control de la erosión deberá llevarse a cabo en las áreas de poca pendiente. El agua de la Laguna de Jocotal se suministra mediante los manantiales que se originan de la captación con alta permeabilidad, y esta condición deberá preservarse así.

3.3 Propuesta para el Manejo de Cuencas Hidrográficas.

El manejo de cuencas hidrográficas propuesto para el Plan Maestro, se compone de reforestación en 300 km². y un control de erosión en 200 km², como se describe a continuación:

(1) Reforestación: 300 km².

- El área de protección forestal es de unos 70 km² de un total de 207 km², excluyendo el bosque existente y las áreas donde es difícil la reforestación.
- El área con potencial para la producción forestal es de 74 km² y se ubica en el área de depósito del flujo de lodo.
- El área de pendiente empinada aguas arriba, es de 156 km², la cual se utiliza para pastizal.

(2) Control de la Erosión: 200 km²

- El área con potencial para la agricultura es de 200 km² y se encuentra localizada en las áreas de depósito de flujo de lodo, con pendientes relativamente empinadas. Se aplica la retención de aguas lluvias y el drenaje.
- Los rebordes se encuentran localizados en unos 30 lugares, en las áreas de los depósitos del flujo de lodo.

El manejo de cuencas hidrográficas propuesto se muestra en la Fig. J.3.2.

4. Organización para la Ejecución del Proyecto

La organización propuesta para la organización del proyecto es la siguiente:

(1) Las organizaciones existentes del MAG han de ser utilizadas y reforzadas

- La Oficina Central del MAG estará a cargo del planeamiento, diseño, administración y arreglos necesarios para el financiamiento, incentivos, etc.
- El CENTA estará a cargo de la educación, investigación, viveros, plantación, etc. del punto de vista tecnológico. El CDT, en Morazán, deberá ser reforzado como una Oficina en el Area de Estudio para la ejecución de plantación de árboles y las obras para el control de erosión.

(2) Se requiere la participación de todos, debido a que el proyecto se llevará a cabo por los propietarios de tierras, trabajadores, residentes de la zona y ONGs, bajo la asistencia del MAG.

La propuesta organización se muestra en la Fig. J.4.1.

5. Costo del Proyecto.

El costo del proyecto para el manejo de cuencas hidrográficas es el siguiente:

Reforestación	:	30,000 ha.	x	¢ 3,000	=	¢ 90,000,000
Control de Erosión	:	20,000 ha.	x	¢ 5,000	=	¢ 100,000,000
Rebordes	:	30 lugares	x	¢ 600,000	=	¢ 18,000,000
<hr/>						
Total					=	¢ 208,000,000

6. Programa de Implementación

Los proyectos para el manejo de cuencas hidrográficas se proponen ha ser implementados independientemente de los proyectos para las medidas estructurales. Los proyectos para el manejo de cuencas hidrográficas han de ser preferiblemente implementados lo más pronto posible e iniciados en la etapa inicial. A pesar de haber estudiado la metodología y el sistema para establecer la implementación del proyecto, el arreglo entre los propietarios de la tierra y otras personas relacionadas tomará tiempo. Por consiguiente, se propone comenzar desde las áreas en donde los arreglos sean fáciles y se ejecuten uniformemente hasta el año meta de 2020.



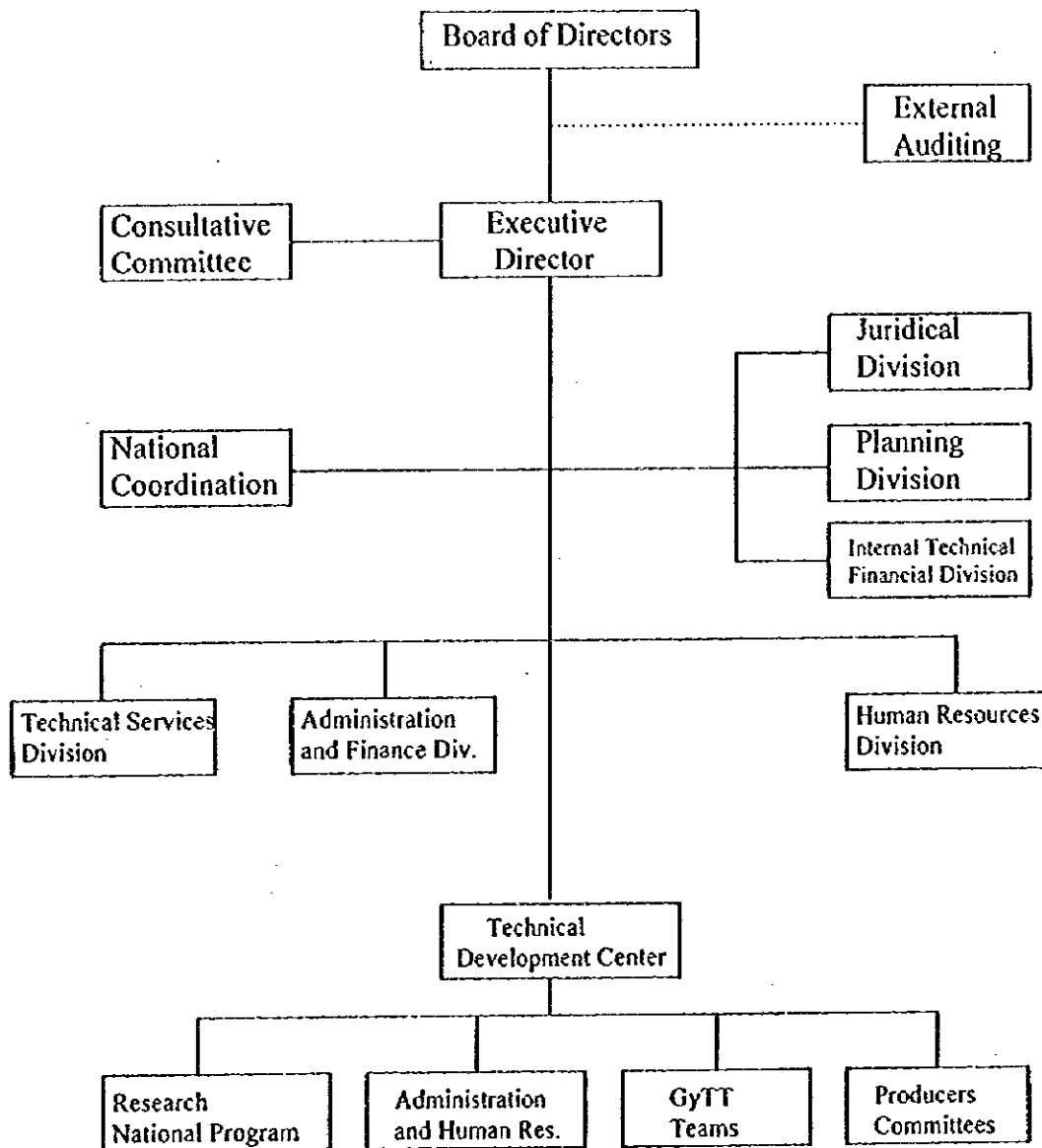
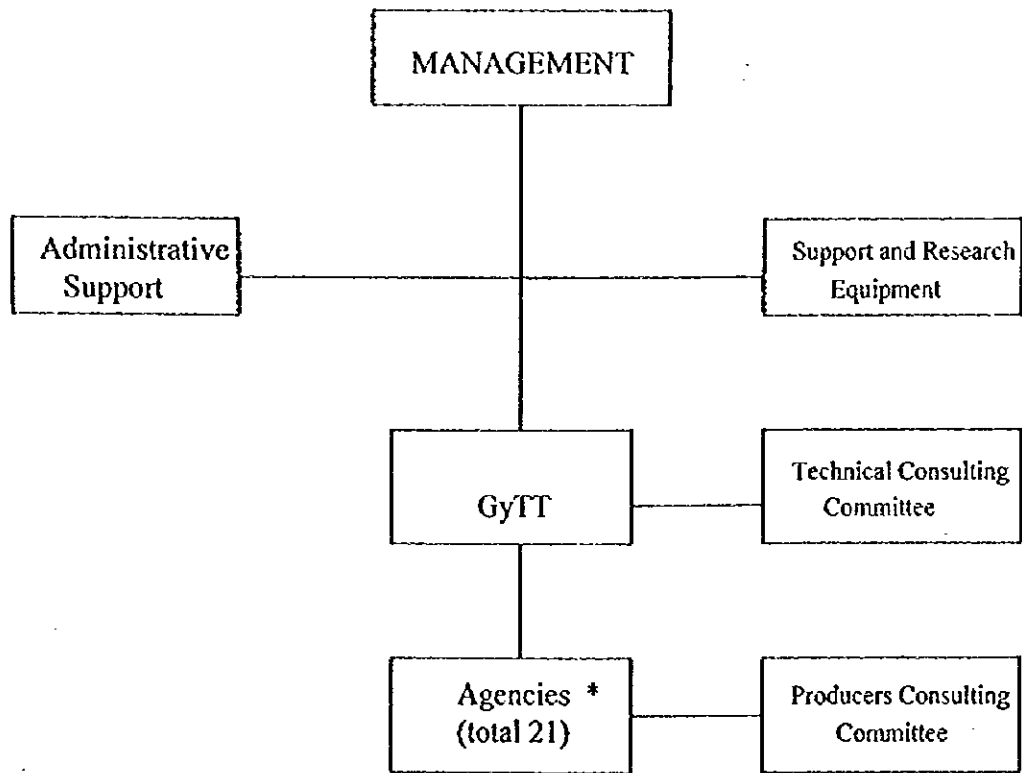


Figura J.2.1 ORGANIGRAMA DEL CENTA

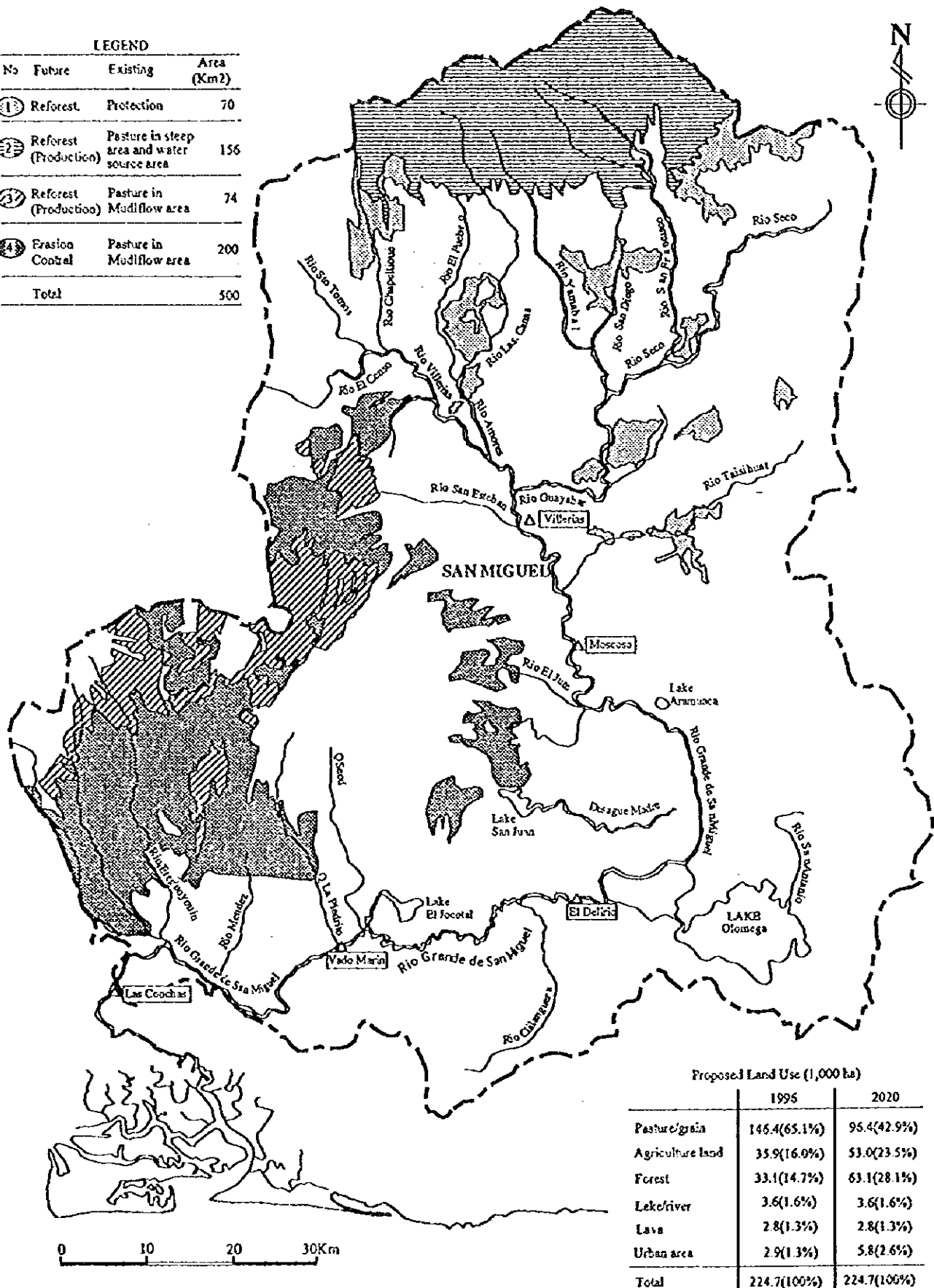


* See attached list

CDT = Technological Development Center

Figura J.2.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DEL C.D.T.,
EN MORAZAN, (C.E.N.T.A.)

LEGEND			
No	Future	Existing	Area (Km ²)
1	Reforest	Protection	70
2	Reforest (Production)	Pasture in steep area and water source area	156
3	Reforest (Production)	Pasture in Mudflow area	74
4	Erosion Control	Pasture in Mudflow area	200
Total			500



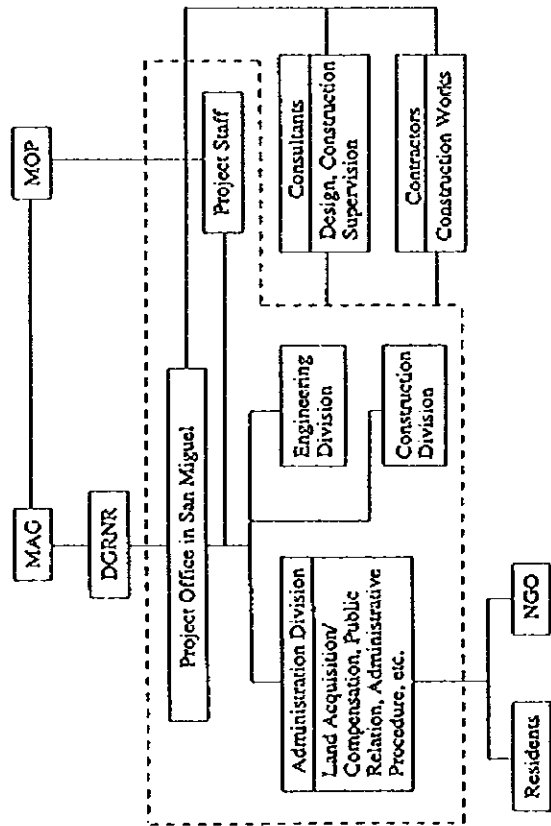
Proposed Land Use (1,000 ha)

	1995	2020
Pasture/grain	146.4(65.1%)	96.4(42.9%)
Agriculture land	35.9(16.0%)	53.0(23.5%)
Forest	33.1(14.7%)	63.1(28.1%)
Lake/river	3.6(1.6%)	3.6(1.6%)
Lava	2.8(1.3%)	2.8(1.3%)
Urban area	2.9(1.3%)	5.8(2.6%)
Total	224.7(100%)	224.7(100%)

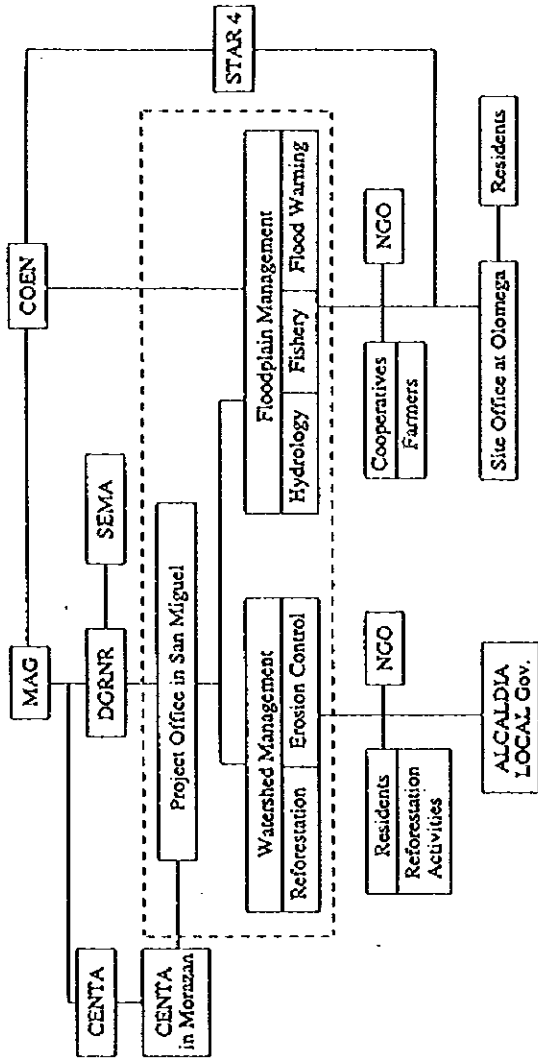
Figura J.3.2 MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS PROPUESTO

Proposed Organization for Structural Measures

(1) Design/Construction Stage



Proposed Organization for Nonstructural Measures



(2) Operation/Management Stage

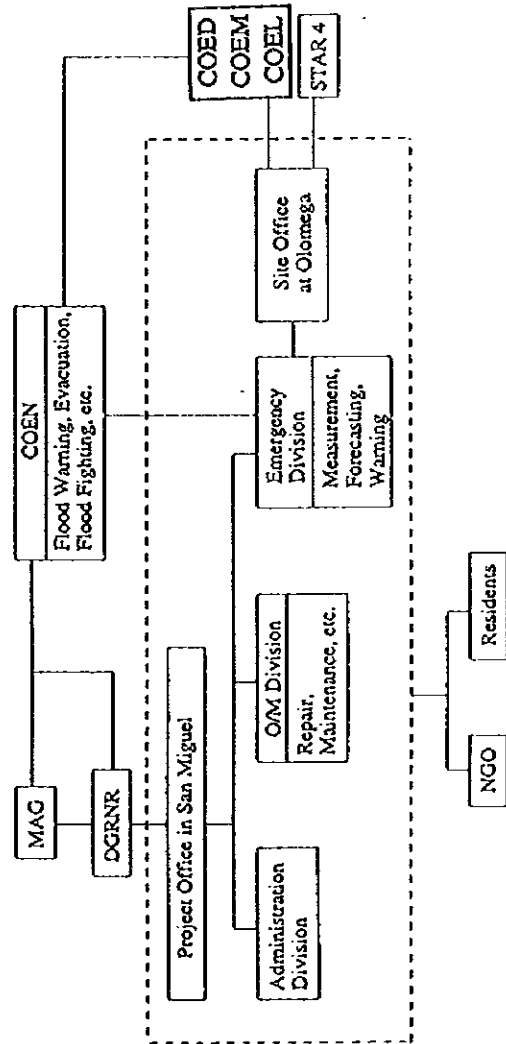


Figura J.4.1 ORGANIZACION PROPUESTA

REPORTE DE APOYO

**K: MANEJO DE PLANICIES
INUNDABLES**

Reporte de Apoyo K: Manejo de Planicies Inundables

Contenido

1.	GENERALIDADES-----	K.1
2.	CONDICIÓN ACTUAL DEL AREA POTENCIAL DE INUNDACIÓN-----	K.1
2.1	Condiciones de Inundación-----	K.1
2.2	Situación Actual del Manejo de Planicies Anegadizas -----	K.3
3.	MANEJO PROPUESTO PARA LAS PLANICIES ANEGADIZAS-----	K.4
3.1	Objetivos-----	K.4
3.2	Medidas para el Manejo de Planicies Anegadizas -----	K.4
3.3	Plan Maestro para el Manejo de Planicies Inundables Propuesto -----	K.6
4.	PLAN DETALLADO PARA EL MANEJO DE PLANICIES INUNDABLES PARA EL PROYECTO PRIORITARIO -----	K.10
4.1	Generalidades-----	K.10
4.2	Mapa de Riesgo de Inundación para el Proyecto Prioritario -----	K.10
4.3	Pronóstico de Inundación y Plan de Alerta -----	K.12
4.4	Plan para el Uso de Suelo-----	K.14
4.5	Combatiendo la Inundación y Educación-----	K.15

Lista de Cuadros y Figuras en el Reporte K

Figura K.2.1	Organigrama de la Secretaría Ejecutiva del COEN ----	K.F.1
Figura K.2.2	Organigrama General del Comité de Emergencia Nacional (COEN) -----	K.F.2
Figura K.2.3	Organigrama del Comité de Emergencia Departamental (COED)-----	K.F.3
Figura K.2.4	Organigrama del Comité de Emergencia Municipal (COEM) -----	K.F.4
Figura K.3.1	Manejo de Planicies Inundables Propuesto-----	K.F.5
Figura K.3.2	Organización Propuesta -----	K.F.6
Figura K.4.1 (1/5)	Mapa de Riesgo de Inundaciones en el Area de San Miguel -----	K.F.7
Figura K.4.1 (2/5)	Mapa de Riesgo de Inundaciones en el Area de Olomega, Plan Maestro -----	K.F.8
Figura K.4.1 (3/5)	Mapa de Riesgo de Inundaciones en el Area de Olomega, Proyecto Prioritario -----	K.F.9
Figura K.4.1 (4/5)	Mapa de Riesgo de Inundaciones en el Area de El Jocotal, Plan Maestro -----	K.F.10
Figura K.4.1 (5/5)	Mapa de Riesgo de Inundaciones en el Area de El Jocotal, Proyecto Prioritario -----	K.F.11
Figura K.4.2 (1/3)	Manejo de Planicies Inundables Propuesto (Area de San Miguel)-----	K.F.12
Figura K.4.2 (2/3)	Manejo de Planicies Inundables Propuesto (Area de Olomega)-----	K.F.13
Figura K.4.2 (3/3)	Manejo de Planicies Inundables Propuesto (Area de El Jocotal)-----	K.F.14

REPORTE DE APOYO K: MANEJO DE PLANICIES INUNDABLES

1. Generalidades

Es necesario el manejo de planicies inundables, porque las medidas estructurales propuestas para el control de inundaciones no pueden hacerle frente a una inundación de gran escala, por su naturaleza no lucrativa y alto costo. Por consiguiente, se requiere reducir el daño causado por una inundación mayor a la diseñada, mediante medidas no estructurales. Existen cuatro áreas potenciales de inundación en el Area de Estudio, las cuales son las siguientes:

- Area plana adyacente a la Laguna de Olomega
- Area plana y en depresión alrededor de la Laguna El Jocotal
- Area baja y plana en la desembocadura del río, y
- El área a lo largo del Río Grande de San Miguel y cerca de la Ciudad de San Miguel

Como medidas estructurales en el Plan Maestro, se han propuesto el mejoramiento del río y retardación del agua de inundación en la Laguna de Olomega. Como Proyecto Prioritario, se ha seleccionado de las medidas estructurales, un control parcial de inundaciones. Las áreas con potencial de inundación serán reducidas mediante estos proyectos y la inundación que se ha de considerar para el manejo de planicies inundables, se divide en las siguientes cuatro etapas:

Etapas - 0: Condición actual (sin el proyecto),

Etapas - 1: Después de completar el Proyecto Prioritario, y

Etapas - 2: Después de completar el Proyecto del Plan Maestro

2. Condición Actual del Area Potencial de Inundación

2.1 Condiciones de Inundación

La información detallada acerca de la condición de inundación se describe en el Reporte de Apoyo "E". Las condiciones de inundación desde el punto de vista del manejo de planicies anegadizas, se resume de la siguiente manera:

El área inundada en el pasado (área potencial de inundación), es de 180 km² en su totalidad.

Área en Usulután (3,130 ha.)

Esta área es baja y plana. El drenaje de las aguas internas se hace directamente a los Esteros y el mayor problema es cuando se rebalsa el Río Grande de San Miguel. Las tierras en esta área se usan para agricultura / ganadería, tales como cosechas anuales, pastizales, etc. El área será protegida por los diques propuestos. En la inundación de 1995, la profundidad fue menos de 1 metro y la duración cerca de un mes,

Área de El Jocotal (4,438 ha.)

Las áreas alrededor de la Laguna El Jocotal y a lo largo del río, son bajas y se inundan casi todos los años. Las tierras de estas áreas son principalmente usadas como pastizales y otras para caña de azúcar. En las áreas bajas a lo largo del Río Grande de San Miguel, las tierras no se utilizan tanto.

Área de Olomega (9,840 ha.)

Esta área es la más grande entre las cuatro áreas y se usa principalmente para pastizales (62%), caña de azúcar (17%) y cosecha anual (9%). Durante la inundación de 1995, la profundidad de la inundación no fue muy grande (menor de 0.2 m), y la inundación duró casi una semana. Durante la inundación más grande, la profundidad fue de 1 m y duró de 3 a 4 semanas.

Área cerca de la Ciudad de San Miguel (700 ha.)

Esta área es estrecha y larga, y se considera como parte del área del río. El área urbana de la Ciudad de San Miguel se expande hacia esta área.

2.2 Situación Actual del Manejo de Planicies Anegadizas

El COEN (Comité de Emergencia Nacional), es una agencia relacionada al manejo de planicies inundables. Además del Nivel Nacional, existen 3 niveles en el Comité de Emergencia, llamados: el Nivel Departamental (COED), Nivel Municipal (COEM), y el Nivel Local (COEL). Cada nivel del COE se caracteriza por lo siguiente:

COEN

El COEN está encabezado por el Presidente y lo constituyen el Vicepresidente, Ministro de Asuntos Internos, Secretaría Ejecutiva del COEN, el Centro de Operaciones de Emergencia (COE), las agencias relacionadas y el COED, COEM y COEL. El Ministro de Asuntos Internos coordina a los Ministros relacionados como el de Defensa Nacional, MAG, MOP, Salud Pública, Relaciones Exteriores, etc. Las agencias relacionadas son la Cruz Verde, PNC, CEL, Oficina Municipal, ANDA, etc.

COED

El COED está encabezado por el Gobernador Departamental y consiste en el Comandante Departamental, Director del Hospital, Ingeniero de Carreteras, representantes del MAG, los sectores relacionados con las actividades, servicios de emergencia, y el COEM. Estos sectores son Defensa/Seguridad, Servicios Públicos (agua, electricidad), Vivienda, Educación, Comunicación, Evaluación de Daños, Rescate, Alimentos/Vestimenta, Transporte, etc.

COEM

El COEM está encabezado por el Alcalde y consiste de la PNC (Policía Nacional Civil), Director de la Unidad de Salud, Director de la Escuela, el COEL, y los sectores relacionados a las actividades de emergencia como los servicios públicos, agricultura, ayuda monetaria, etc.

Los organigramas del COEN, COED y COEM, se muestran en las Figs. desde la J.2.1 a la 2.4.

Respecto al manejo de planicies inundables, el MAG juega una parte importante en el COEN, así como también el STAR 4 en Ilopango, donde el MAG está a cargo del pronóstico del clima mediante el uso de imágenes de satélite, y tiene un contacto cercano con el COEN. Las actividades del STAR 4 para pronosticar inundaciones son: pronosticar la ubicación de un huracán, pronosticar el curso y la intensidad de la lluvia.

3. Manejo Propuesto para las Planicies Anegadizas

3.1 Objetivos

Los objetivos del manejo de planicies anegadizas son los siguientes:

- El uso efectivo de la Laguna de Olomega para la retardación del agua de inundación,
- Una operación bien balanceada del nivel de agua de la laguna para mitigar el daño de inundación, la pesca, y la ecología para las Lagunas de Olomega y El Jocotal.
- La prevención del aumento en el daño potencial de inundación, debido a la expansión descontrolada del área urbana de San Miguel,
- Evitar los efectos desfavorables de construcción de embanques en inundaciones, y
- La prevención del aumento del área potencial de inundación en la desembocadura del río debido a los desarrollos.

3.2 Medidas para el Manejo de Planicies Anegadizas

3.2.1 Area cerca de la Ciudad de San Miguel

Las áreas urbanas de la Ciudad de San Miguel se están expandiendo hacia las áreas propensas a inundación a lo largo el Río Grande de San Miguel. Las áreas urbanas existentes a lo largo del río, no están funcionando bien debido a inundaciones. Ya que las áreas propensas a inundaciones son estrechas y largas, como el área del río, no sería

una decisión racional convertirlas todas en áreas libres de inundación. Por consiguiente, el área urbana debe ser ubicada fuera del área que se requiere para el mejoramiento del río. Se propondrá una regulación del uso de suelos para la decisión sobre el área requerida del río y la recomendación del uso de suelo.

3.2.2 La Laguna de Olomega y las Areas a su Alrededor

Para el manejo de planicies inundables en el área, es necesario considerar lo siguiente:

(1) Operación del Nivel de Agua de la Laguna de Olomega

- Mantener el nivel mínimo de agua en 64.5 m durante la temporada seca para la pesca,
- Mantener el nivel de agua menor de 65.5 m, durante la temporada de inundación para el almacenamiento del agua de inundación,
- Chequear los niveles de agua del río y de la Laguna para minimizar el daño causado por la inundación, incluyendo una mayor que la diseñada.

(2) Reducción del Daño Potencial de Inundación

- Las áreas a ser protegidas por los diques propuestos se deberán preparar contra el flujo de la inundación ocasionado por una gran inundación, como una con un período de retorno de 20 años, la cual sobrepasaría el dique.
- Aun después de la conclusión del Proyecto Prioritario, se inundarán parte del área aguas abajo y las áreas periféricas de la Laguna. Se deberá aplicar la regulación del uso de suelos, prevención de inundaciones y alertas de inundación.

3.2.3 Laguna El Jocotal y sus Areas de Alrededor

Esta área es originalmente un área propensa a inundación y se deberá mejorar la ecología alrededor de la Laguna. Se deberá considerar lo siguiente:

- La reducción del flujo de agua de inundación hacia la Laguna

- La reducción del daño potencial de inundación
- Algunas áreas alrededor de la Laguna se habrán de inundar aun después de completado el Proyecto.

Se deberán aplicar la regulación del uso de suelos, prevención de inundación y las alertas de inundación.

3.2.4 Area de Manglares en la Desembocadura en Usulután.

Los manglares de esta área han disminuido debido al desarrollo de la agricultura, pesca, producción de sal, etc. Esta área deberá ser protegida por los diques.

Se deberán aplicar la regulación del uso de suelos y la prevención de inundaciones.

3.3 Plan Maestro para el Manejo de Planicies Anegadizas Propuesto

3.3.1 Regulación del Uso de Suelo y Prevención de Inundación

La regulación del uso de suelo y la prevención de inundaciones, para poder prevenir el incremento del daño potencial de inundación, se propone de la siguiente manera:

- 1) Regulación de la urbanización del área estrecha propensa a inundación, cerca de la Ciudad de San Miguel, la cual se puede usar para propósitos de daños potenciales bajos, como agricultura, parques, etc.
- 2) Regulación del uso de suelo y la prevención de inundación para las áreas bajas alrededor de las Lagunas de Olomega y El Jocotal, las cuales se les permite inundarse, debido a su dificultad de hacerlas completamente libres de inundación, aun si los proyectos propuestos para el control de la inundación se implementaran.

3) La prevención de inundación como la construcción elevada del piso, el embanque parcial, etc. para las áreas protegidas por los diques propuestos y permitidas a que se inunden. Se requerirá la cooperación de las agencias relacionadas al desarrollo y de los residentes. Se usará un mapa del riesgo de inundación para cada etapa de los trabajos de control de inundación para educar a los residentes y coordinar con las agencias relacionadas.

3.3.2 Pronóstico de Inundación / Sistema de Alerta

(1) Concepto Básico

El concepto básico propuesto para el pronóstico de inundación y el sistema de alerta, es el siguiente:

- Para la ejecución del Proyecto, el sistema actual del COEN será básicamente aplicado.
- El STAR 4 pronosticará la inundación.
- Se propone una nueva Oficina de Sitio en el puesto de la Compuerta de Control para la recolección de datos del nivel de agua, así como para la operación de las compuertas.
- Se propone una nueva Oficina de Proyecto en San Miguel, para la ejecución del proyecto de medidas estructurales, la cual también estará a cargo de la coordinación con las agencias relacionadas con el pronóstico y alerta de la inundación.
- Se usarán cinco estaciones de medición automática para el nivel de agua con sistema telemétrico para el aviso de la inundación, y además de la operación del nivel de agua de la Laguna de Olomega.
- Se mejorará el sistema actual del COEN, desde el punto de vista de control de inundación.

No se recomendó el pronóstico por medio del uso de datos de la lluvia en la cuenca alta por las siguientes razones:

- El nivel de la inundación no sube tan rápidamente, ni tampoco tan peligrosamente,
- Para los pronósticos se requerirán nuevas estaciones pluviométricas con un sistema telemétrico. Su costo es muy alto, no solo por la adquisición, sino también por su mantenimiento y solamente acorta el tiempo del pronóstico por unas horas, y
- Será posible realizarlo en el futuro cuando sea necesario, debido al crecimiento urbano tan impredecible etc.

Las ubicaciones propuestas para las estaciones del nivel de agua son las siguientes:

1) Area de Olomega

- En Moscoso (Río Grande de San Miguel): afluencia del área propensa a inundaciones
- Punto de desviación (Río Grande de San Miguel): descarga hacia la Laguna de Olomega y el nivel de inundación del río,
- Aguas arriba de El Delirio (Río Grande de San Miguel): el nivel de inundación del área baja, y
- La Laguna de Olomega: para la operación del nivel de agua de la Laguna.

2) Area de El Jocotal

En Vado Marín (Río Grande de San Miguel): nivel de inundación del área de El Jocotal y la descarga aguas abajo.

(1) Método de Pronóstico / Alerta

El Plan Maestro Propuesto para el Manejo de Planicies Inundables se muestra en la Fig. K.3.1.

3.3.3 Organización Propuesta

La Organización Propuesta para el manejo de planicies inundables es el siguiente:

- Se aplicará el sistema actual del COEN, tanto para la regulación del uso de suelo y prevención de inundación, como para el pronóstico y alerta de la inundación,
- El DGRNR y el STAR 4 serán las organizaciones claves en el alerta de la inundación,
- El STAR 4, la Oficina de Sitio en Olomega, y el COEN Central se comunicarán entre sí, por medio de radio ó computadora,
- La Oficina de Proyecto del MAG en San Miguel, estará a cargo de la regulación del uso de suelo por medio de la coordinación de las autoridades gubernamentales relacionadas. La Oficina también educará a los residentes acerca del manejo de planicies inundables,
- La Oficina de Sitio en Olomega estará a cargo de la recolección y el análisis de los datos del nivel de agua, y de la operación de las compuertas, y
- El COEL será la organización a cargo de la participación de los residentes en el Proyecto. Debido a que las casas están repartidas en una área amplia, con un promedio de densidad de 0.54 y 1.0 casa/ha. en 1996, y 2020 respectivamente, se requerirá de la organización a nivel local encargada para evacuación y para combatir inundaciones.

La organización propuesta para el manejo de planicies inundables, se muestra en la Fig. K.3.2.

3.3.4 Horario de Implementación

El Proyecto propuesto para el manejo de planicies inundables se programará para implementarse de la siguiente manera:

- Hasta la conclusión del Proyecto Prioritario, el manejo de planicies inundables se ejecutará bajo el sistema actual del COEN. Se podrá usar el mapa de riesgo de

inundación, preparado por este Estudio. El área para el manejo de planicies inundables cubrirá completamente el área potencial de inundación.

- Después de la conclusión del Proyecto Prioritario, el manejo de planicies inundables se ejecutará bajo la organización propuesta, cubriendo principalmente las áreas de Olomega y El Jocotal.
- El Proyecto será implementado hasta el año meta de 2020.

4. Plan Detallado para el Manejo de Planicies Inundables para el Proyecto Prioritario

4.1 Generalidades

Se ha preparado un mapa de riesgo de inundación cubriendo las áreas con potencial de inundación cerca de la Ciudad de San Miguel, Olomega, El Jocotal y Usulután, para los siguientes propósitos:

- (1) Como información básica para un planeamiento detallado de la regulación del uso de suelo, prevención de inundaciones y alerta de inundación,
- (2) Para informar a los residentes y las autoridades relacionadas al desarrollo, acerca del plan de manejo de planicies inundables y discutir, cubriendo los siguientes puntos:
 - Antecedentes y propósitos de todos los proyectos de control de inundación y el horario de implementación,
 - Contenidos de las áreas de riesgo de inundación, dependiendo del horario de implementación,
 - Como utilizar las tierras y la metodología de prevención de inundaciones.

Para el Proyecto Prioritario seleccionado, se preparará un plan detallado para el manejo de planicies inundables cubriendo las áreas de San Miguel, Olomega y El Jocotal.

4.2 Mapa de Riesgo de Inundación para el Proyecto Prioritario

Se han analizado los mapas de riesgo de inundación mostrando las áreas de inundación ocasionadas por diferentes magnitudes de inundaciones en cada etapa del mejoramiento del río. Los mapas de las áreas potenciales de inundación cerca de la Ciudad de San Miguel, y los alrededores de las Lagunas de Olomega y El Jocotal, se caracterizan por lo siguiente:

Áreas de Inundación (en km²), cerca de la Ciudad de San Miguel

Magnitud de la Inundación	Río Existente	Después del Mejoramiento de 2 años (Proyecto Prioritario)	Después del Mejoramiento de 10 años (Plan Maestro)
Inundación con un período de retorno de 2 años	1.6	1.6	0.0
Inundación con un período de retorno de 5 años	2.0	2.0	0.0
Inundación con un período de retorno de 10 años	2.5	2.5	0.0
Inundación con un período de retorno de 20 años	3.0	3.0	0.0
Inundación con un período de retorno de 50 años	3.5	3.5	0.0

Áreas de Inundación (en km²), alrededor de la Laguna de Olomega

Magnitud de la Inundación	Río Existente	Después del Mejoramiento de 2 años (Proyecto Prioritario)	Después del Mejoramiento de 10 años (Plan Maestro)
Inundación con un período de retorno de 2 años	41.5	9.2	0
Inundación con un período de retorno de 5 años	54.5	14.0	4.6
Inundación con un período de retorno de 10 años	69.4	15.5	9.6
Inundación con un período de retorno de 20 años	78.0	17.5	10.0
Inundación con un período de retorno de 50 años	83.7	55.4	55.4

Áreas de Inundación (en km²), alrededor de la Laguna El Jocotal

Magnitud de la Inundación	Río Existente	Después del Mejoramiento de 2 años (Proyecto Prioritario)	Después del Mejoramiento de 10 años (Plan Maestro)
Inundación con un período de retorno de 2 años	25.6	9.0	5.2
Inundación con un período de retorno de 5 años	29.7	26.0	5.9
Inundación con un período de retorno de 10 años	31.0	27.7	10.0
Inundación con un período de retorno de 20 años	32.0	29.0	15.4
Inundación con un período de retorno de 50 años	33.0	29.3	9.0

Los mapas de riesgo de inundación se muestran en la Fig. K.4.1.

4.3 Pronóstico de Inundación y Plan de Alerta

4.3.1 Sistema Propuesto

El sistema propuesto para el pronóstico/alerta de inundación, consiste en las siguientes 5 estaciones de medición automática del nivel de agua con sistema telemétrico en:

- Moscoso (afluencia al área de riesgo de inundación),
- Punto de desviación (nivel de inundación del Río Grande de San Miguel en el Vertedero de Desviación en Olomega),
- El Delirio (porción aguas abajo del área de inundación alrededor de Olomega),
- Vado Marín (nivel de inundación del Río Grande de San Miguel en el área de inundación alrededor de El Jocotal), y
- Laguna de Olomega (pesca y retardación del agua de inundación).

La Oficina de Sitio en Olomega, recolectará y analizará los datos del nivel de agua mencionados anteriormente, operará las compuertas de control en el desagüe de la Laguna de Olomega y preparará la información para emitir una alerta de inundación.

4.3.2 Pronóstico de Inundación y Método de Aviso

(1) Areas Objetivo

Se propone el pronóstico/alerta de inundación para las áreas potenciales de inundación alrededor de Olomega y El Jocotal. Se propone que el sistema de pronóstico/alerta de inundación será completado para el año 2005, cuando sea completado el mejoramiento del río contra una inundación con un período de retorno de 2 años. Por consiguiente, el aviso de inundación se dirigirá a las áreas anticipadas a inundarse después de la conclusión del mejoramiento del río.

(2) Método de Pronóstico de Inundación

Se propone el pronóstico de inundación ejecutarse mediante el cambio del nivel de agua (o descarga) en Moscoso. Se usará la estación existente meteorológica, STAR 4 en Ilopango para la preparación del aviso de inundación. STAR 4 tiene datos de imágenes por satélite cada hora y algunos datos de precipitación. Los datos de los niveles de agua enviados desde la Oficina de Sitio, serán también usados para el pronóstico.

(3) Método de Aviso de Inundación

Todos los datos de niveles de agua recolectados y analizados en la Oficina de Sitio en Olomega, serán informados a los residentes por medio del COEN. Las casas dentro de las áreas de potencial inundación, están esparcidas en amplias áreas, teniendo en la actualidad una densidad de cerca de 0.5 familias/ha. y 1.0 familias/ha. para el año 2020. Por consiguiente, no sería práctico considerar la transmisión de información hacia los residentes mediante vía telefónica, sirena, tranceptor, etc. Este método será aplicable al número limitado de personas como jefes comunales.

Se recomienda el uso de radio y computadora para el método de transmisión de datos.

El sistema existente de aviso de inundación y evacuación se aplica básicamente en este plan.

4.4 Plan para el Uso de Suelo

4.4.1 Area cerca de la Ciudad de San Miguel

El uso actual de la tierra para el área con potencial de inundación consiste de pastizales, 31.5%; urbano, 23.5%; caña de azúcar, 23.3%, cosechas anuales, 8.6%, etc., con un área total de 700 ha. Esta área estrecha y larga propensa a inundaciones se forma principalmente por cauces de ríos viejos y una gran inundación no se extendería tanto, fuera del área, debido a su topografía de pendientes empinadas.

Se recomienda el uso de suelo en esta área, basados en las siguientes políticas:

- Deberá mantenerse el área requerida para las obras del mejoramiento del río para hacerle frente a una inundación con un período de retorno de 50 años, considerando el ancho requerido y el uso futuro de suelos. El ancho requerido del río es de 100 a 110 metros.
- No se desarrollará nada fuera del área del río para propósitos comerciales, industriales, residenciales; a menos que embanques u otros métodos para la prevención de inundaciones se aplican. Se podrán usar para las áreas con un potencial de bajos daños, como agricultura, parques, etc.

4.4.2 Area alrededor de la Laguna de Olomega

Se propone una guía para el uso de suelo en esta área, desde el punto de vista para el control de inundación, como es el siguiente:

- Las áreas previamente anticipadas a inundarse por la inundación con un período de retorno de 2 años, no se desarrollarán para ningún propósito,
- El área que no se inunde por una inundación con un período de retorno de 10 años, se podrá desarrollar para cualquier propósito,
- Las áreas que se inundan por una inundación con un período de retorno de 10 años, pero no con una con un período de retorno de 2 años, podrán ser usadas para propósitos de daños potenciales bajos.

El uso actual del área potencial de inundación consiste de pastizales (61.9%), caña de azúcar (17.1%), cosecha anual (9.1%), bosque/arbustos (1.1%), etc., con un área total de 9,840 ha. De acuerdo con el reconocimiento, si se llegara a ejecutar el proyecto, el deseo del campesino es de expandir la tierra para los cultivos en sustitución de la tierra para pasto.

4.4.3 Area Alrededor de la Laguna El Jocotal

La tierra actual para el área de potencial inundación consiste en pasto (55.1%), caña de azúcar (15.8%), cosecha anual (10.8%), bosque/arbusto (0.8%), etc., con un área total de 4,438 ha. Se anticipa el incremento del área de suelos para cosechas después del control de inundación.

La guía propuesta para el área de Olomega se aplica también para esta área.

4.5 Combatiendo la Inundación y Educación

Se propone la organización para la lucha contra la inundación, incluyendo el pronóstico, aviso, evacuación, etc., de la siguiente manera:

- La Oficina Central del MAG para arreglos generales,
- La Oficina de Proyecto de MAG en San Miguel para relaciones públicas, educación, y coordinación con las agencias relacionadas,
- La Oficina de Sitio en Olomega para la recolección y análisis de datos del nivel de agua, O/M del Control de las Compuertas, y las estaciones de medición del nivel de agua,
- El STAR 4 para pronósticos climatológicas (inundaciones),
- El COEN para alerta, evacuación y otra coordinación necesaria en el período de emergencia,

- La PNC, el gobierno local, autoridad local, los residentes, y otras organizaciones relacionadas.

El sistema existente del COEN será utilizado para el aviso de inundaciones y para combatirlas. COEN consiste en COED (nivel Departamental), COEM (nivel Municipal) y COEL (nivel comunitario). El COEL incluye residentes en las áreas propensas a inundaciones y los residentes pueden participar en las actividades para combatir las inundaciones.

La educación de los residentes será hecha por el MAG para una ejecución sin problemas del manejo de planicies inundables, utilizando los mapas de riesgo de inundaciones y cubriendo el siguiente contenido:

- Concepto y propósitos del proyecto completo para el control de inundaciones
- Concepto del manejo de planicies inundables tales como la regulación del uso de suelos, combatiendo las inundaciones y previniendo inundaciones.
- El horario de implementación de las medidas estructurales, y
- Actividades tomadas por los residentes.

El manejo de planicies inundables propuesto para las tres áreas se muestra en la Fig. K.4.2.

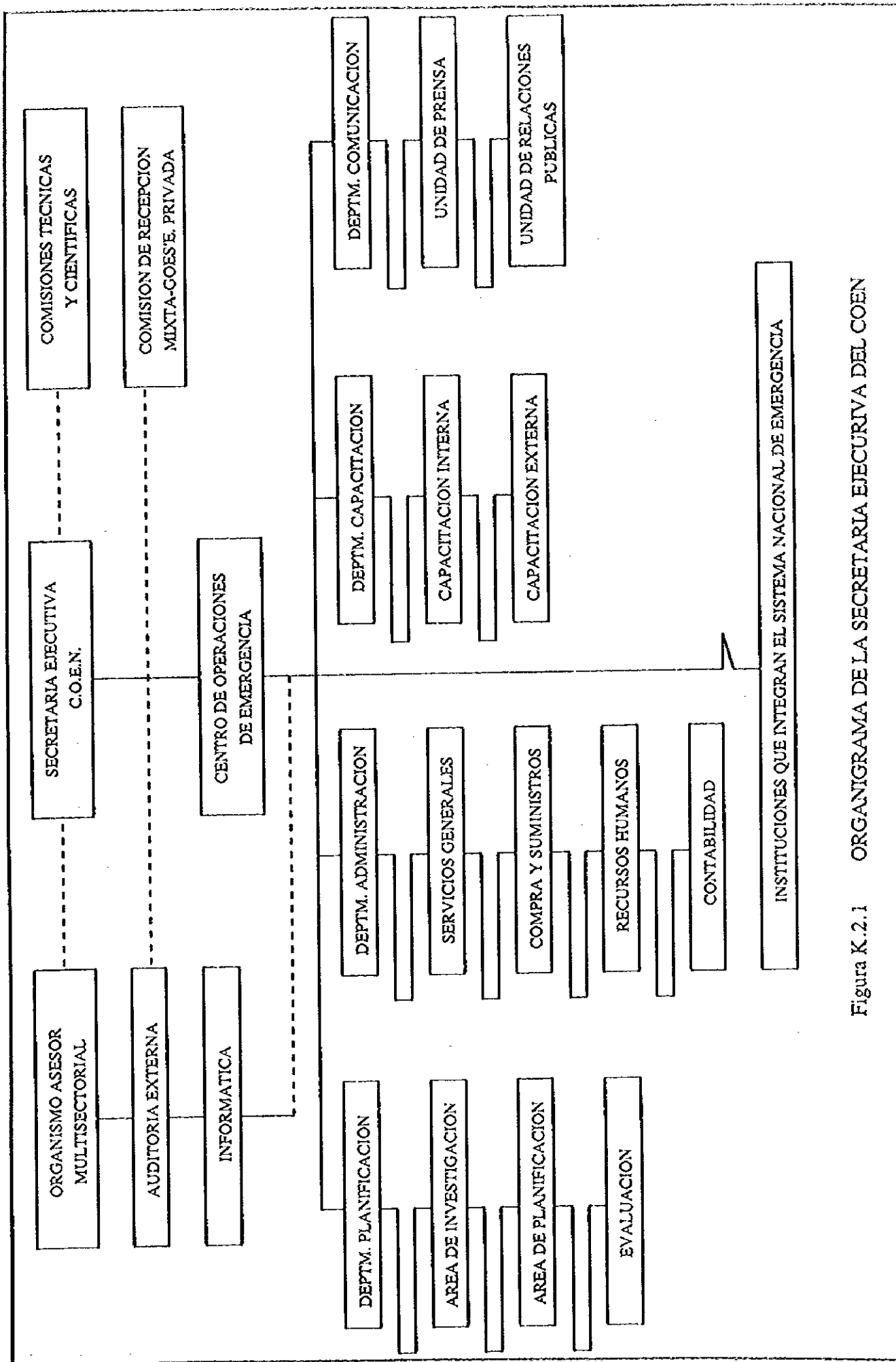


Figura K.2.1 ORGANIGRAMA DE LA SECRETARIA EJECUTIVA DEL COEN

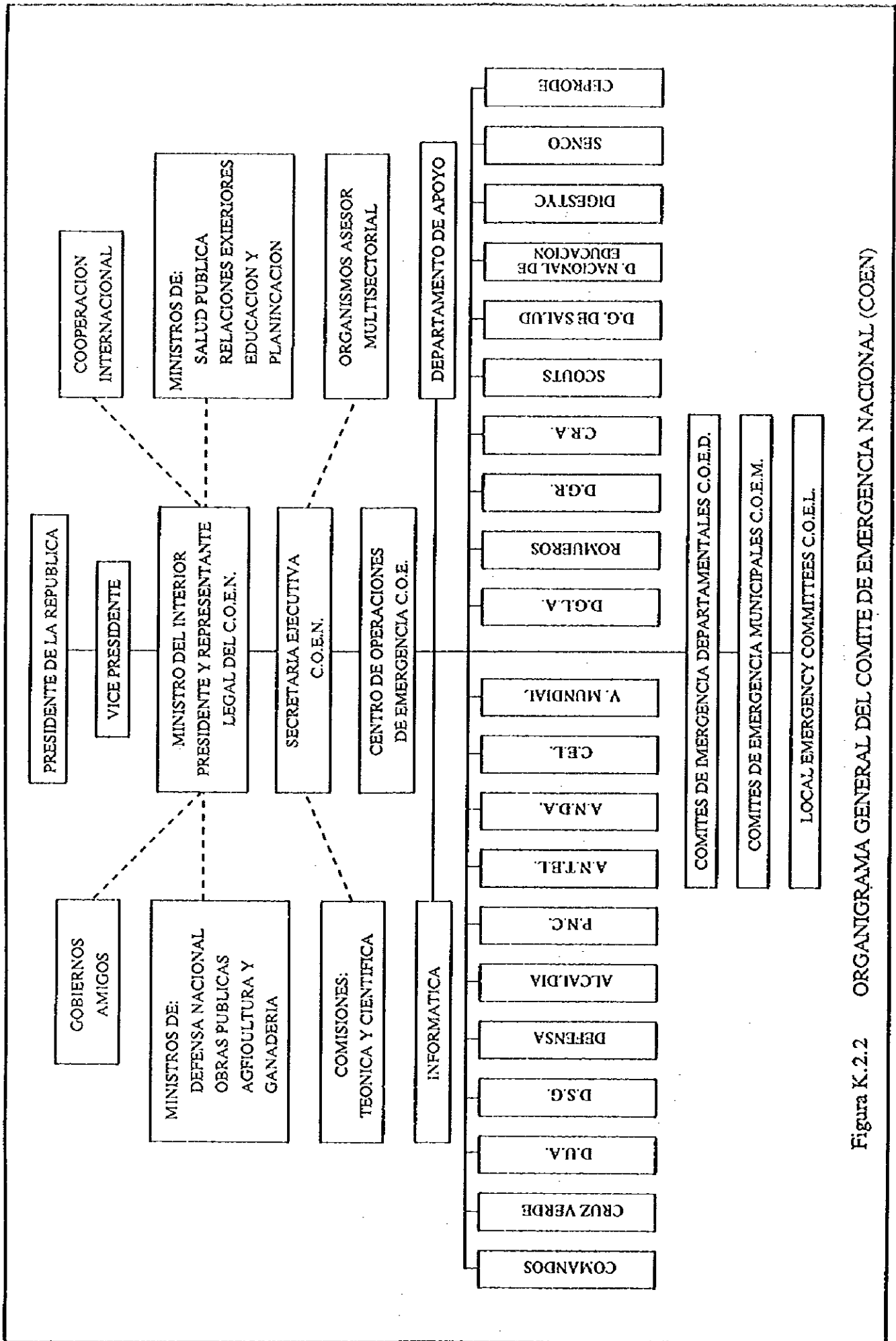


Figura K.2.2 ORGANIGRAMA GENERAL DEL COMITE DE EMERGENCIA NACIONAL (COEN)

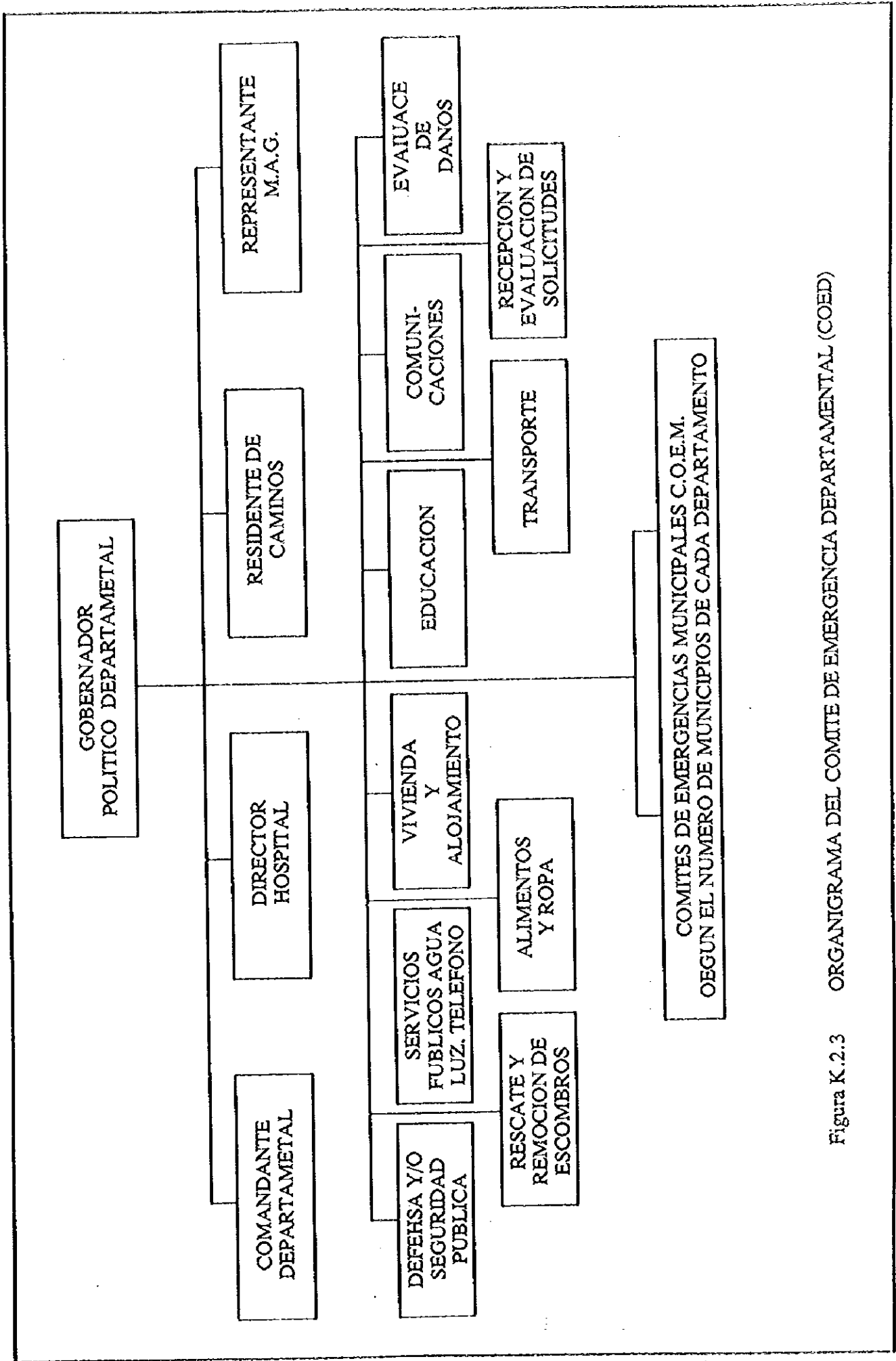


Figura K.2.3 ORGANIGRAMA DEL COMITE DE EMERGENCIA DEPARTAMENTAL (COED)

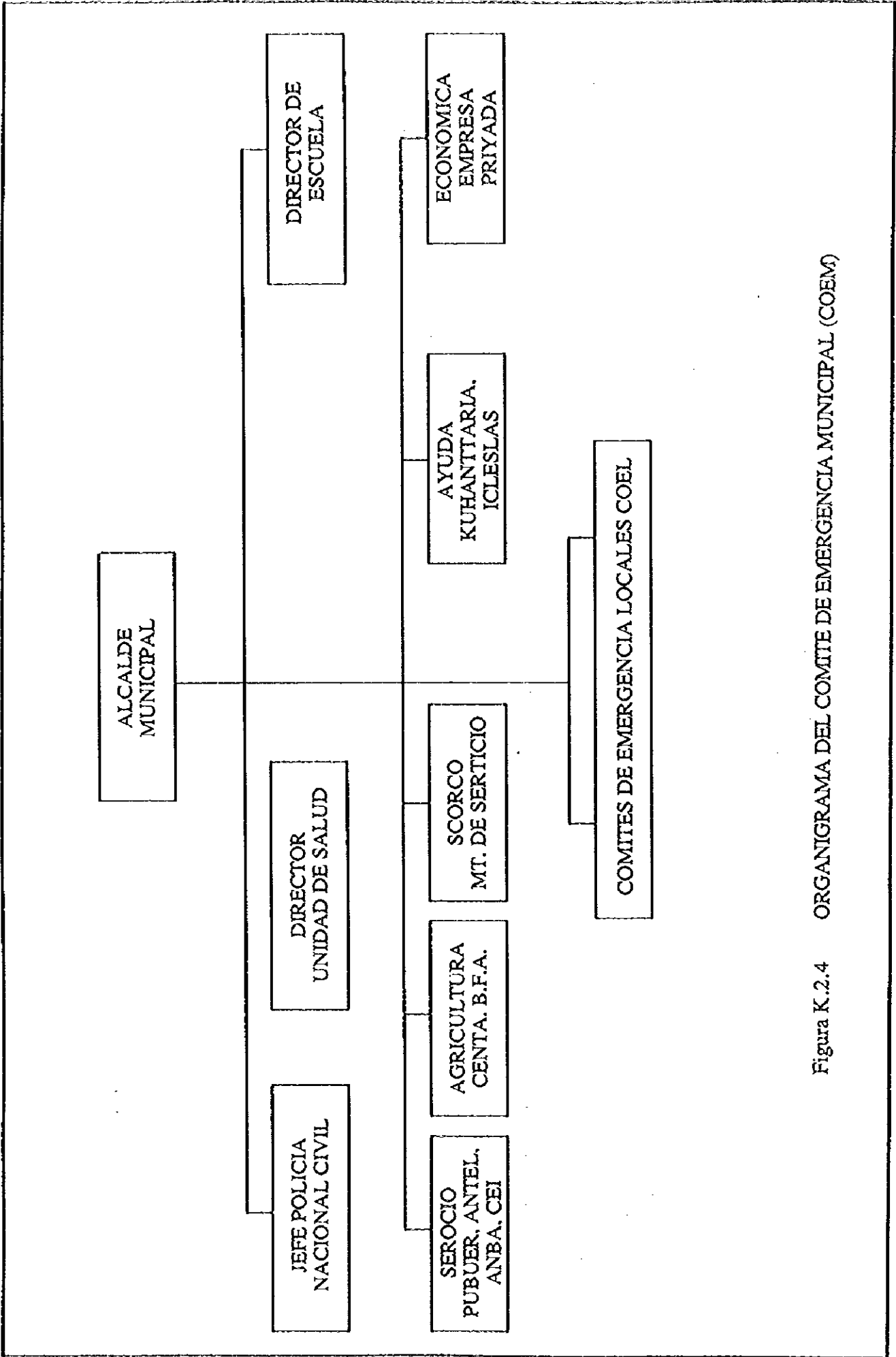


Figura K.2.4 ORGANIGRAMA DEL COMITE DE EMERGENCIA MUNICIPAL (COEM)

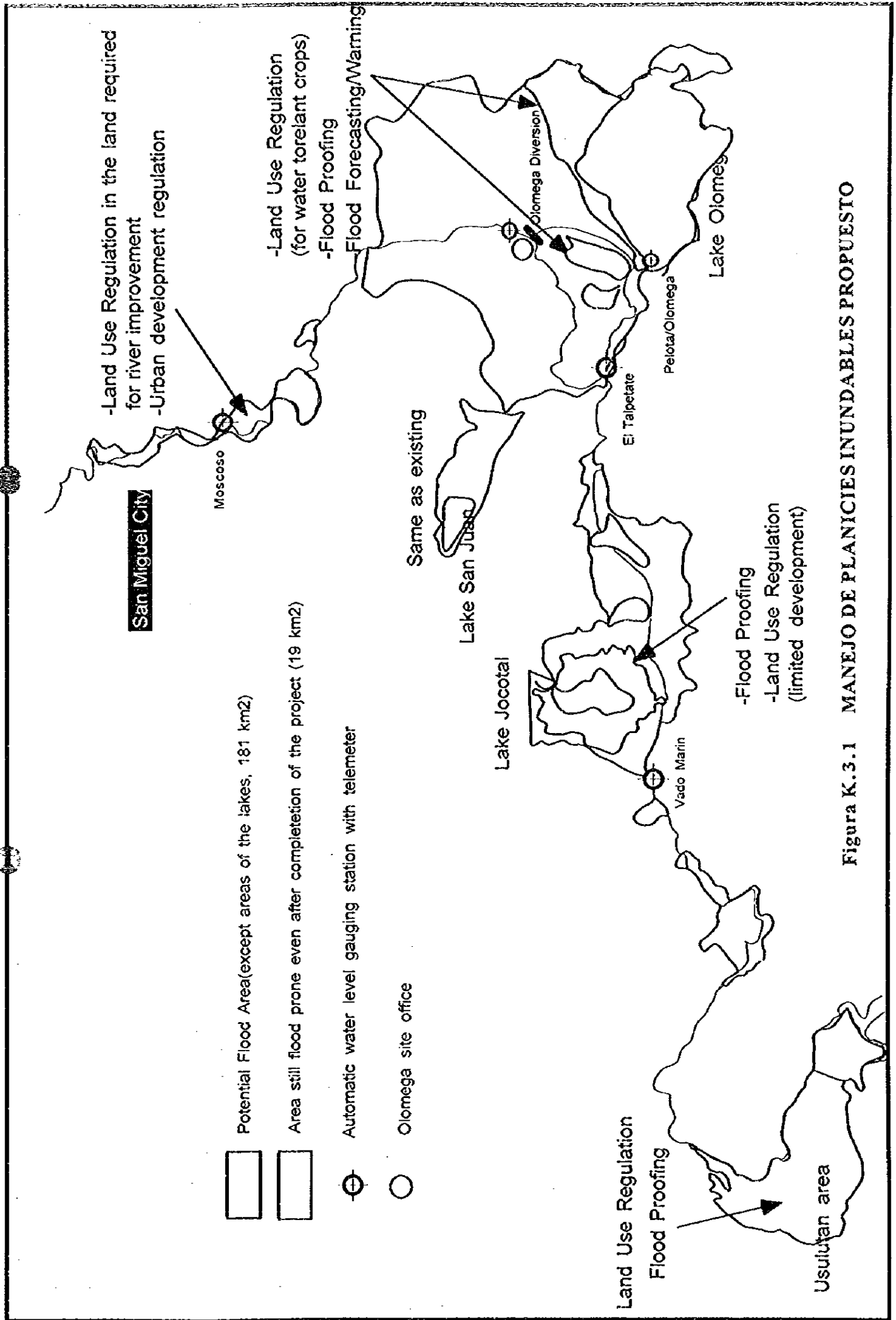
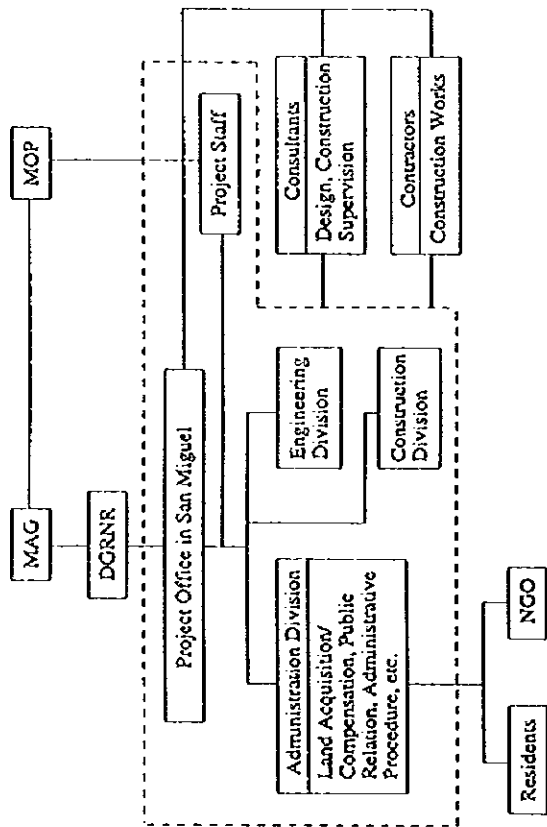


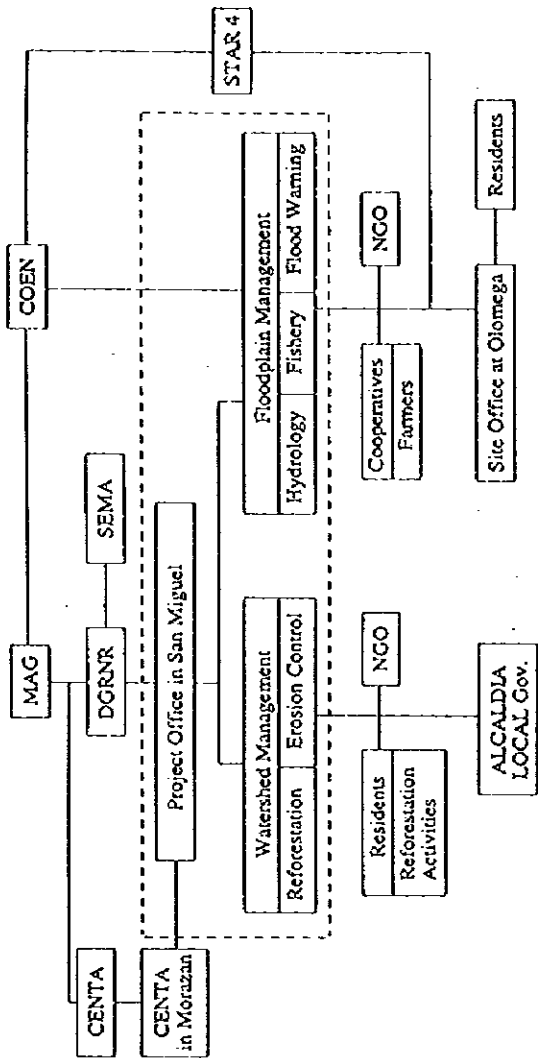
Figura K.3.1 MANEJO DE PLANICIES INUNDABLES PROPUESTO

Proposed Organization for Structural Measures

(1) Design/Construction Stage



Proposed Organization for Nonstructural Measures



(2) Operation/Management Stage

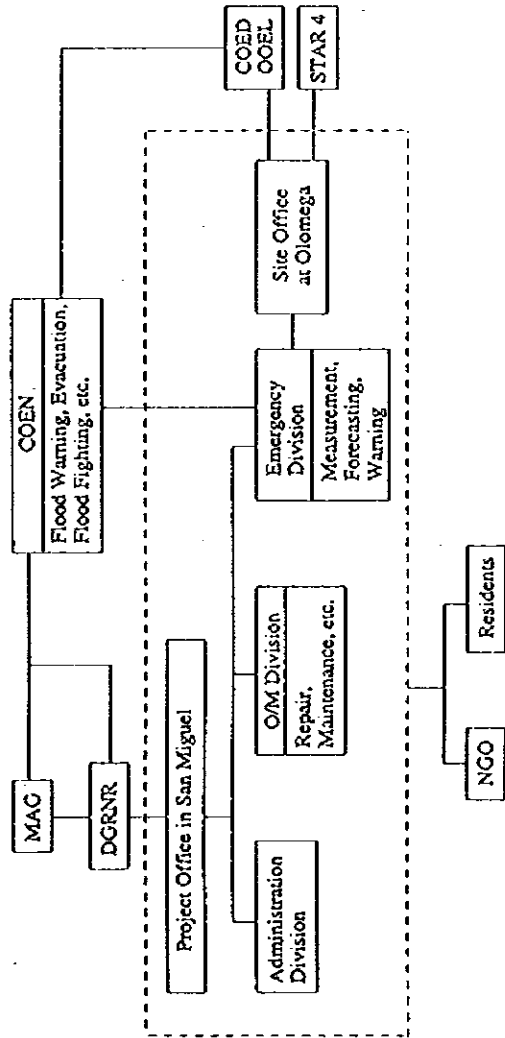
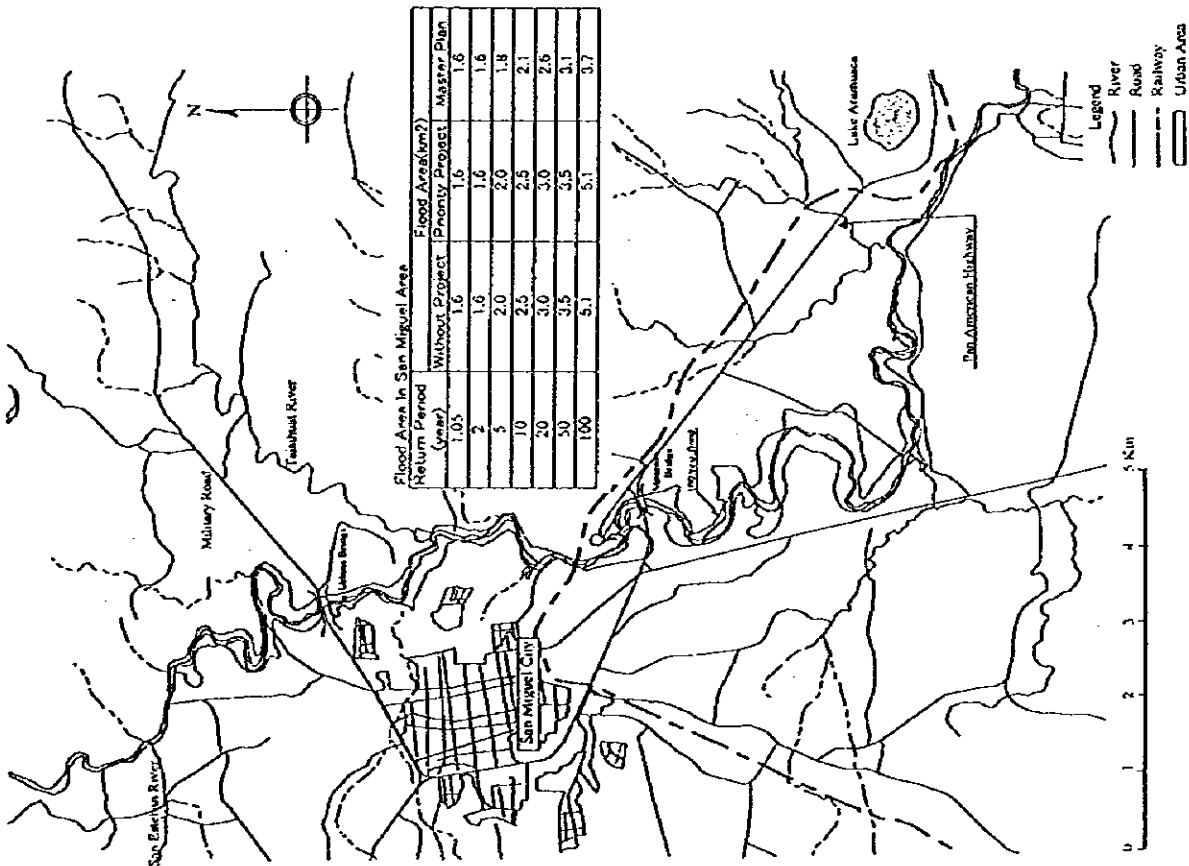
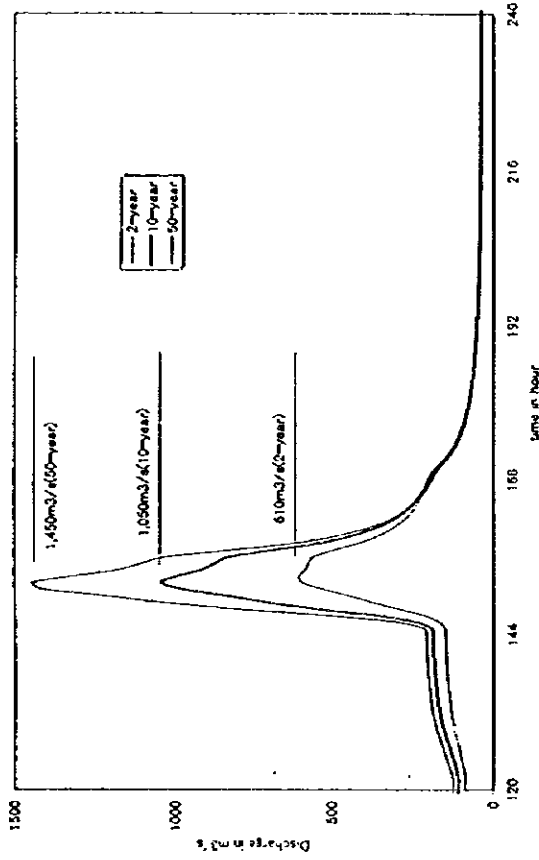


Figura K.3.2 ORGANIZACION PROPUESTA

HYDROGRAPH AT MOSCOSO



Return Period (Year)	Flood Area (km²)	
	Without Project	Priority Project: Master Plan
1.05	1.6	1.6
2	1.6	1.6
5	2.0	1.8
10	2.5	2.1
20	3.0	2.5
50	3.5	3.1
100	5.1	3.7

Figura K.4.1 (1/5) MAPA DE RIESGO DE INUNDACIONES EN EL AREA DE SAN MIGUEL

FLOOD RISK MAP IN SAN MIGUEL AREA

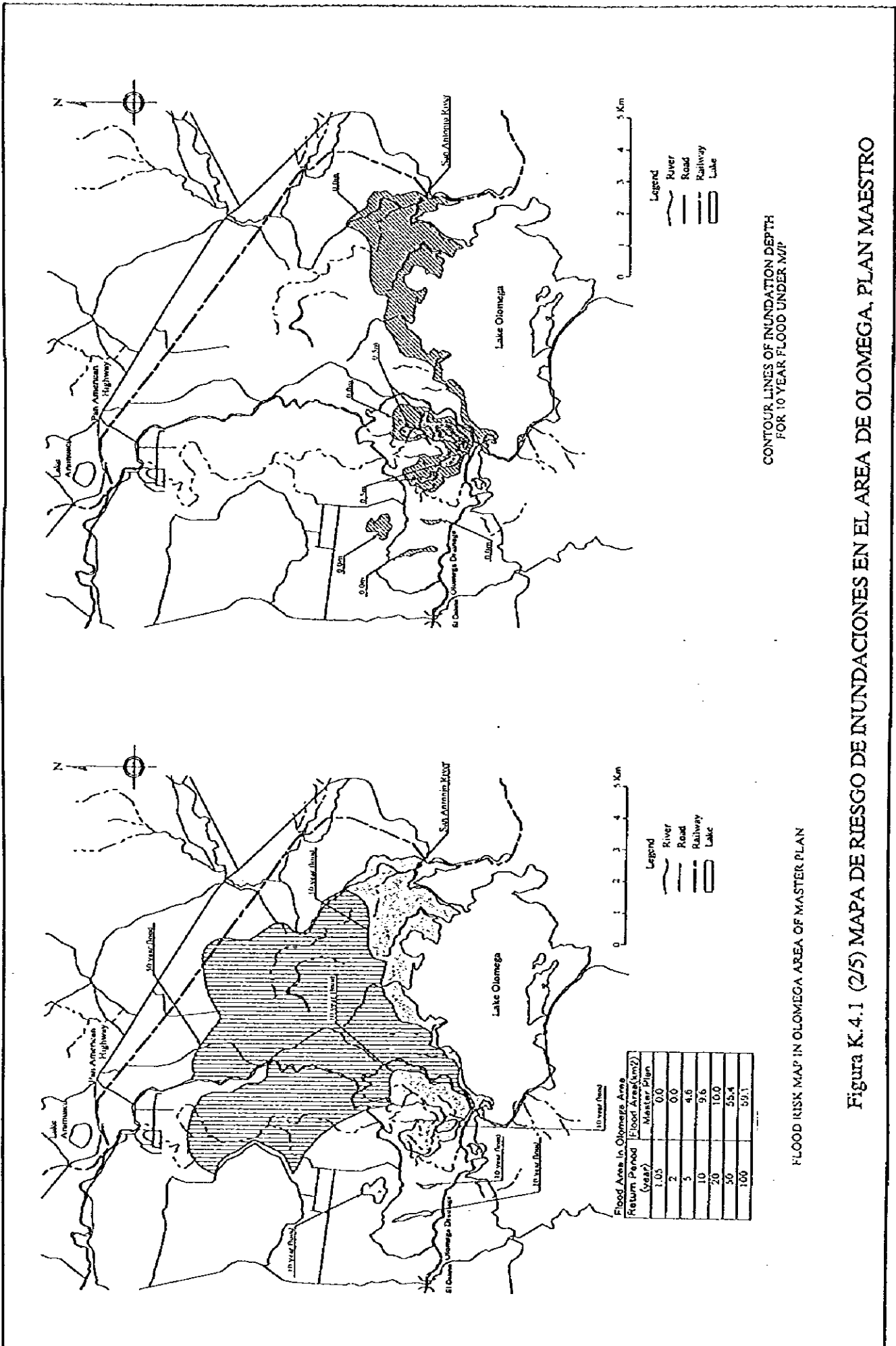


Figura K.4.1 (2/5) MAPA DE RIESGO DE INUNDACIONES EN EL AREA DE OMEGA, PLAN MAESTRO

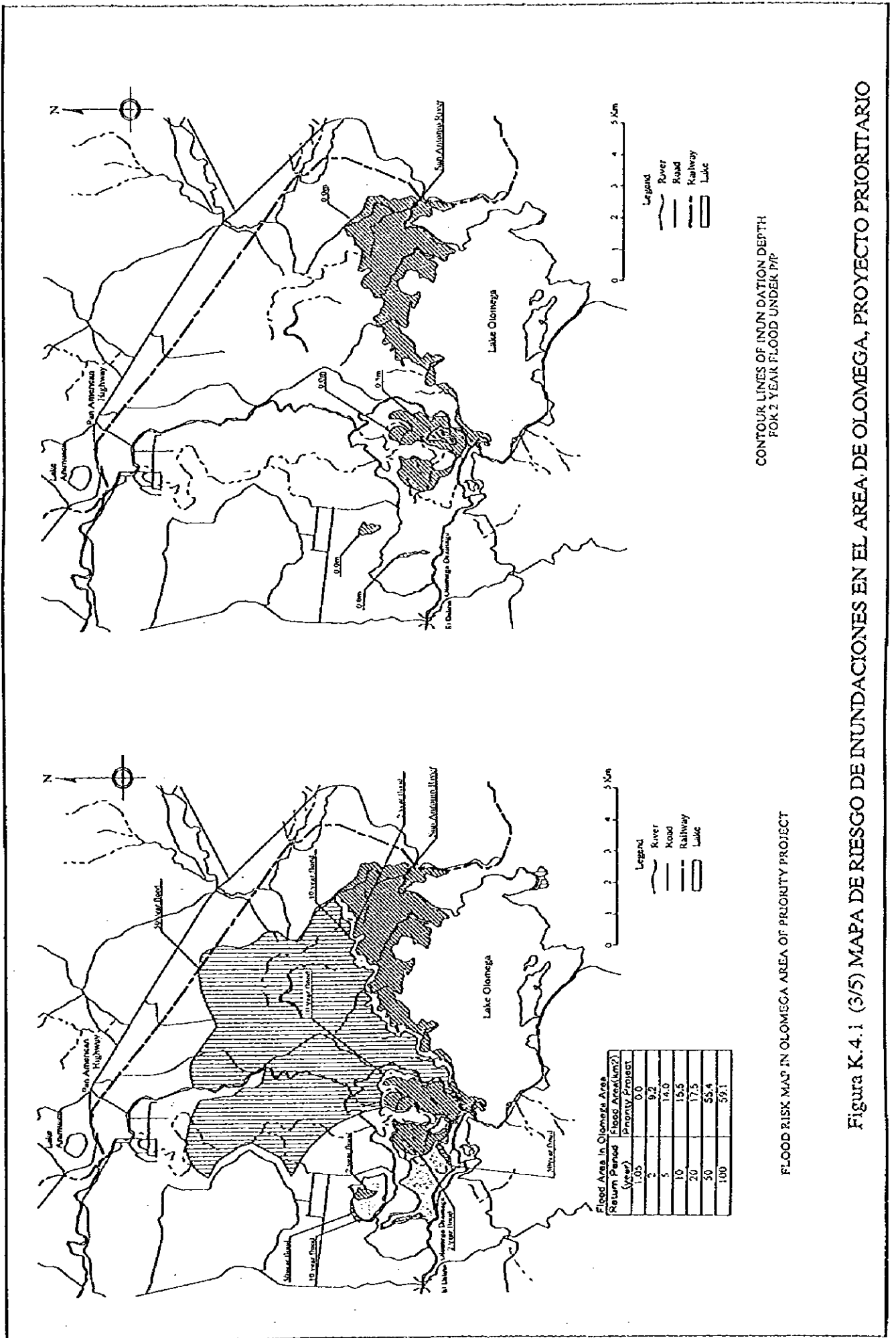
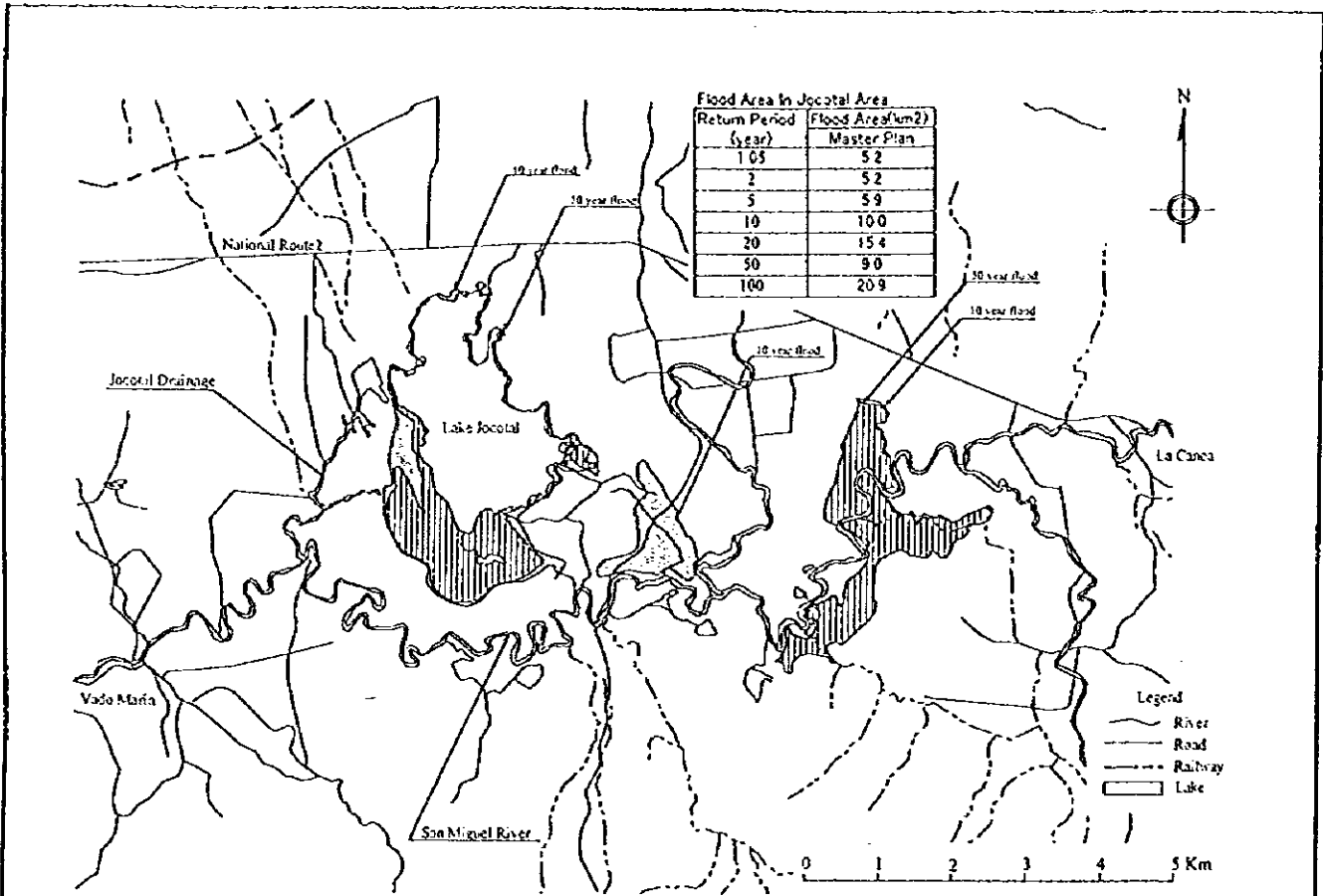
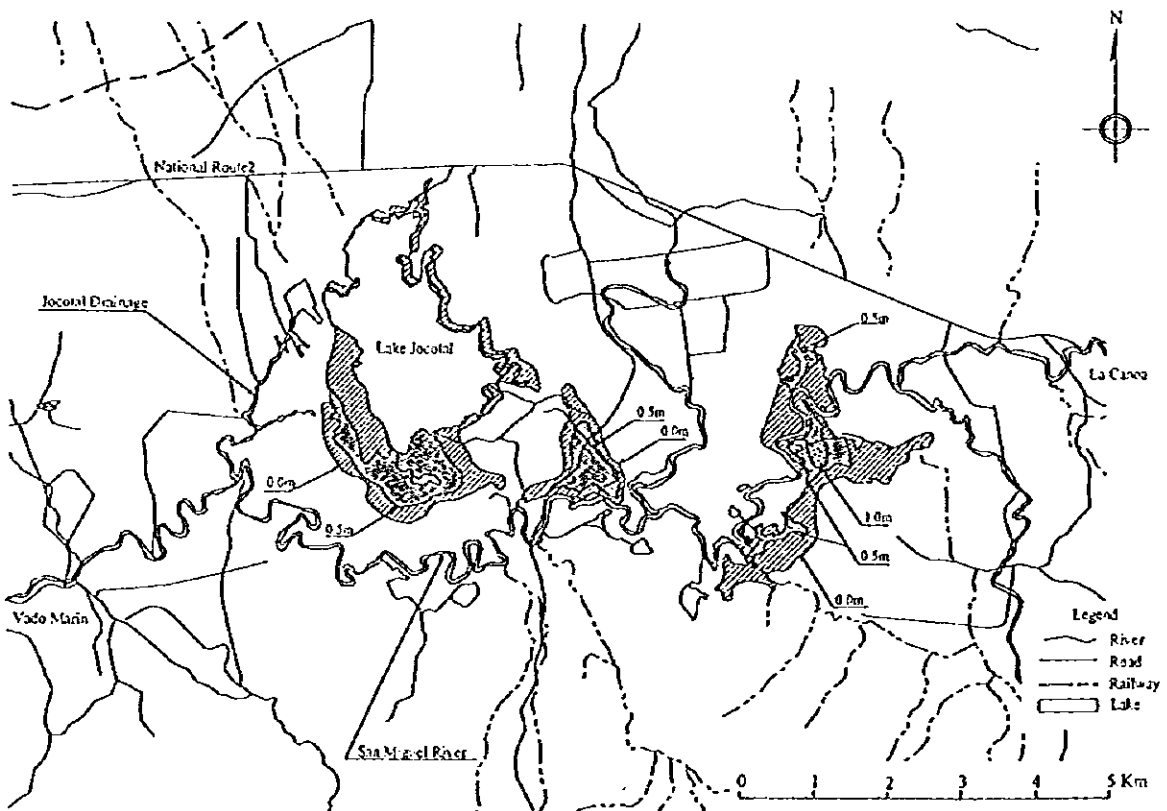


Figura K.4.1 (3/5) MAPA DE RIESGO DE INUNDACIONES EN EL AREA DE OLOMEGA, PROYECTO PRIORITARIO

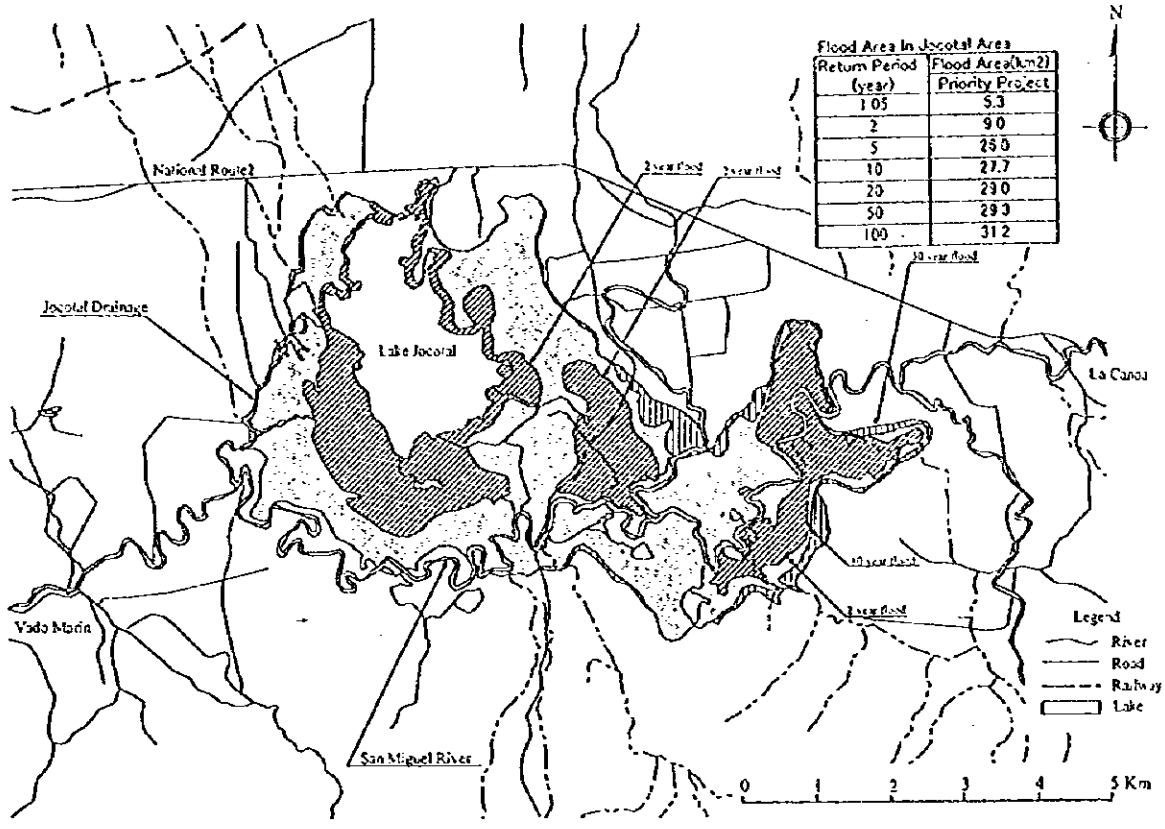


FLOOD RISK MAP IN JOCOTAL AREA OF MASTER PLAN

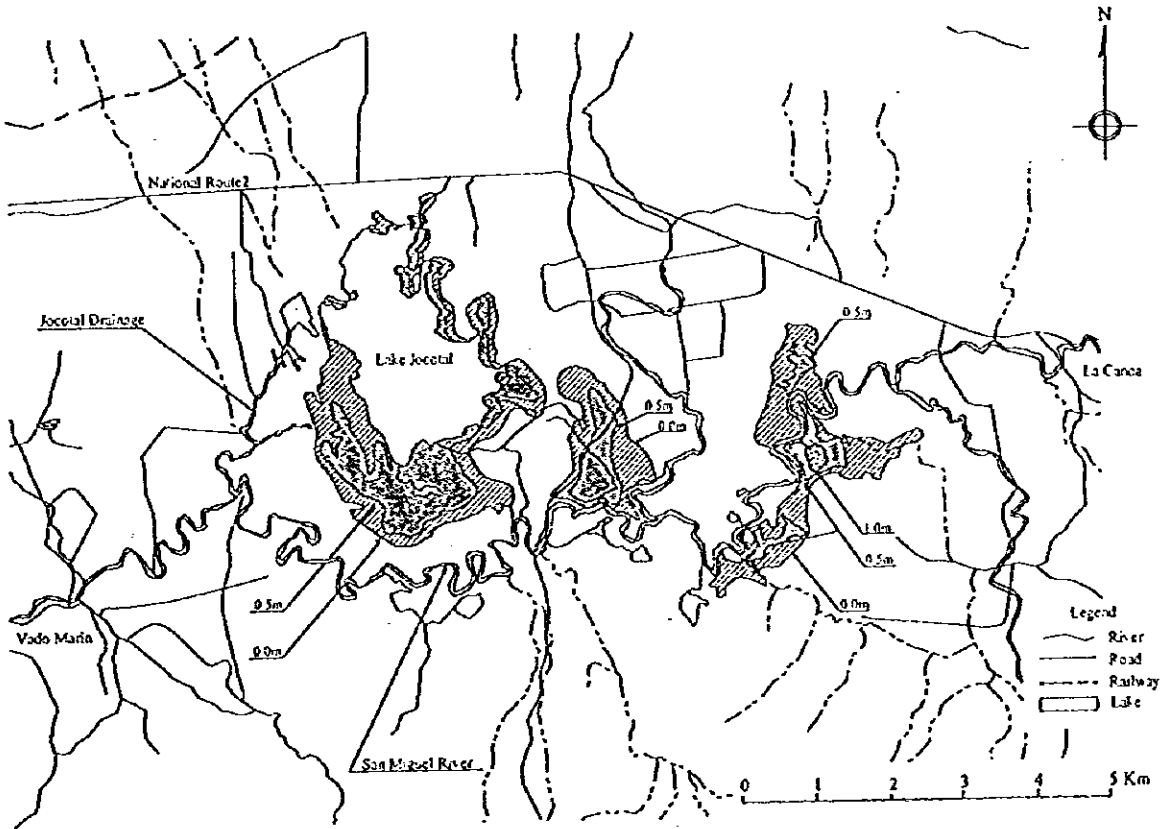


CONTOUR LINES OF FOUNDATION DEPTH FOR 10 YEAR FLOOD UNDER M/P IN JOCOTAL AREA

Figura K.4.1 (4/5) MAPA DE RIESGO DE INUNDACIONES EN EL AREA DE EL JOCOTAL, PLAN MAESTRO

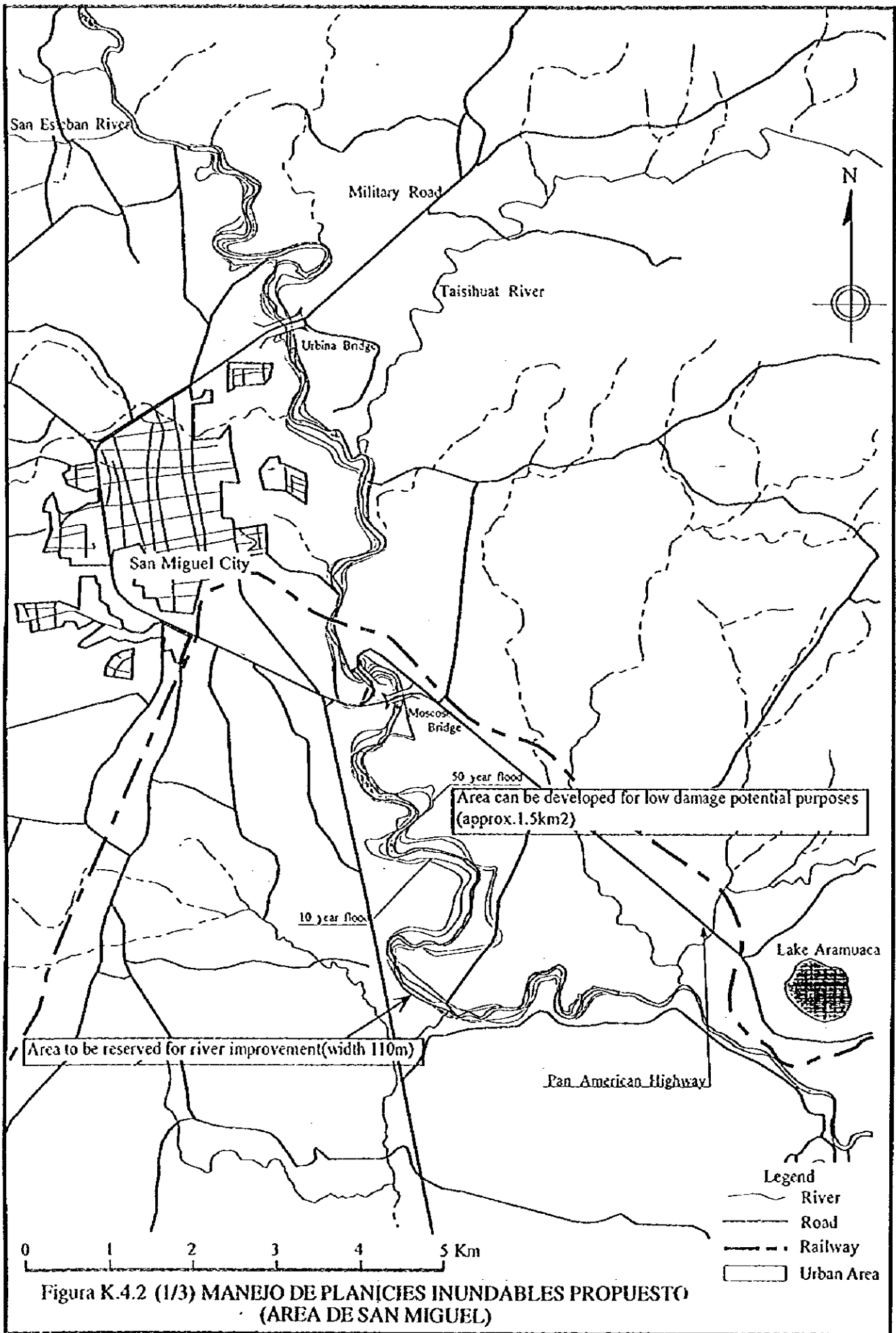


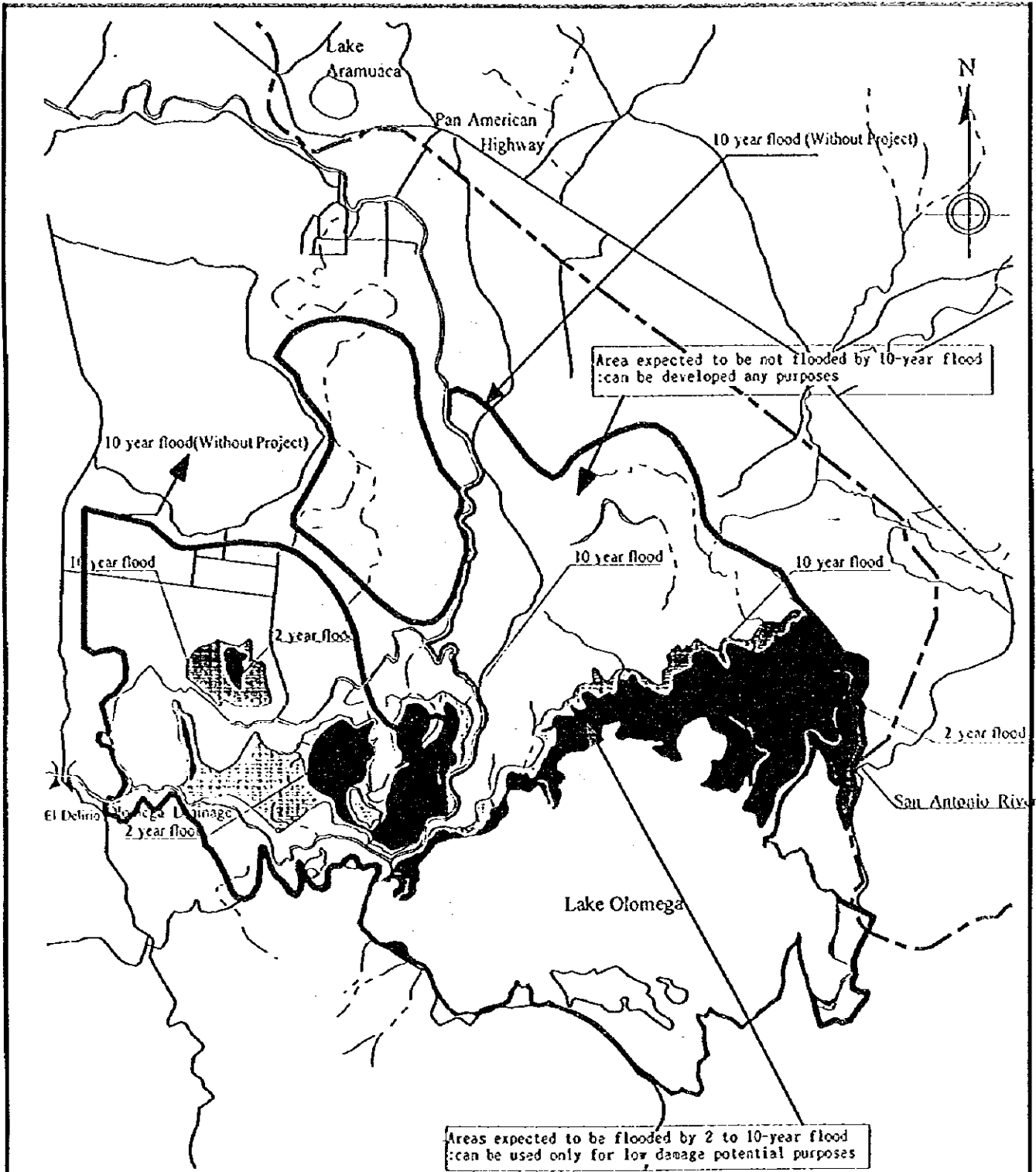
FLOOD RISK MAP IN JOCTAL AREA OF PRIORITY PROJECT



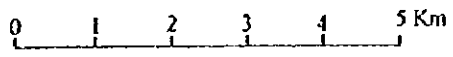
CONTOUR LINES OF ELEVATION DEPTH FOR 2 YEAR FLOOD UNDER P.P. IN JOCTAL AREA

Figura K.4.1 (5/5) MAPA DE RIESGO DE INUNDACIONES EN EL AREA DE EL JOCTAL, PROYECTO PRIORITARIO



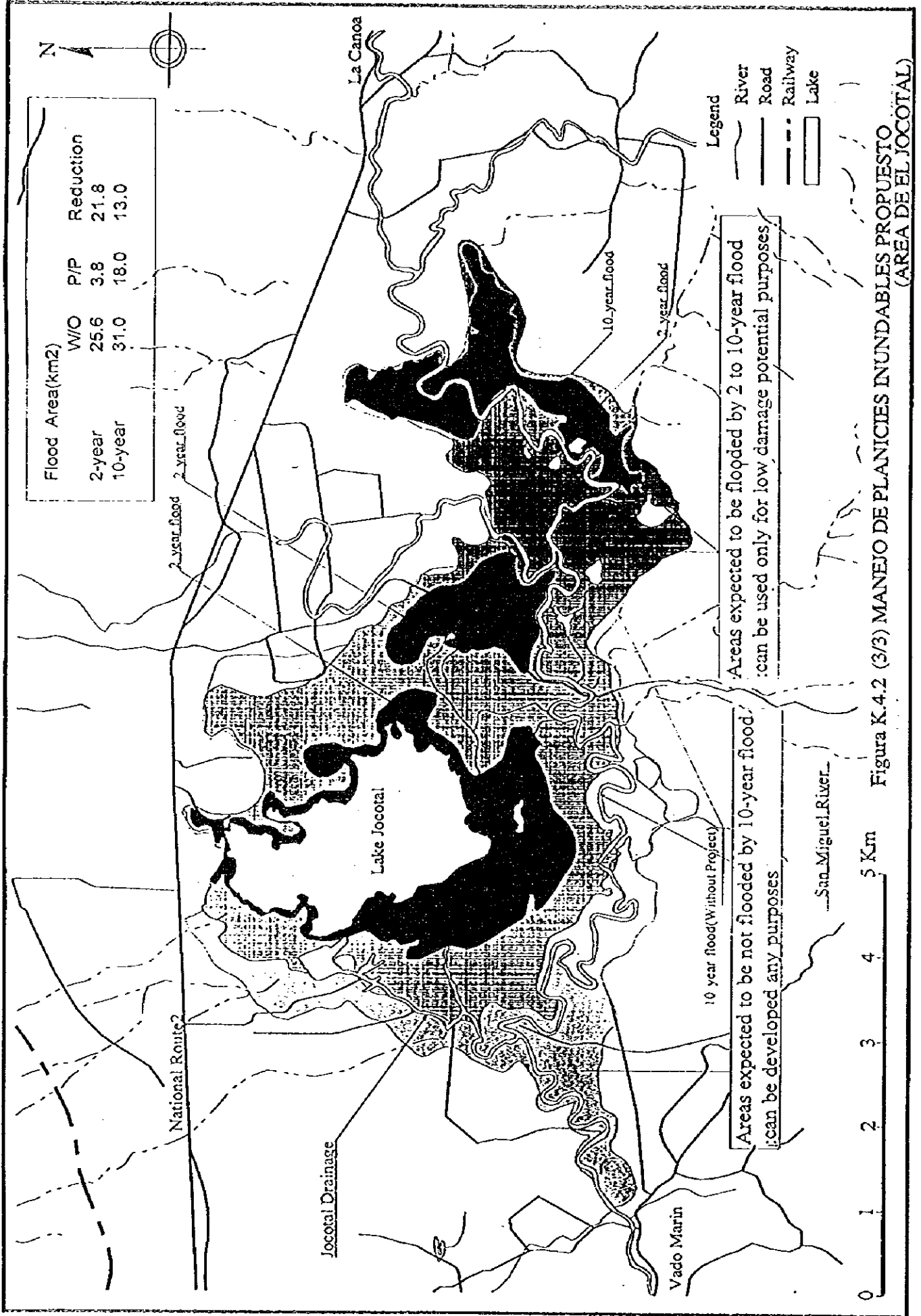


Flood Area (km ²)			
	W/O	P/P	Reducton
2-year	41.5	9.2	32.3
10-year	69.4	15.5	53.9



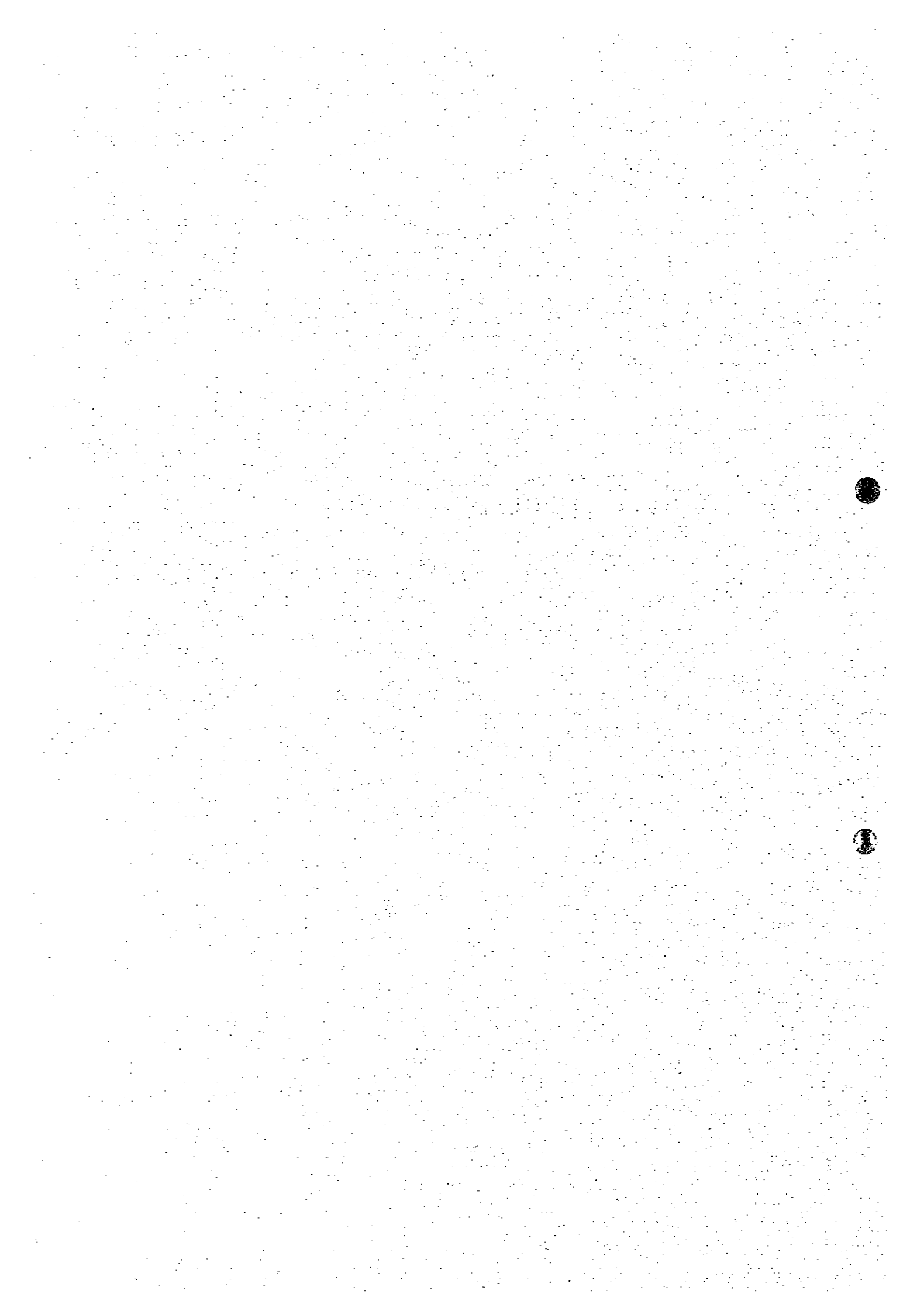
- Legend
- River
 - Road
 - Railway
 - Lake

Figura K.4.2 (2/3) MANEJO DE PLANICIES INUNDABLES PROPUESTO
(AREA DE OMEGA)



REPORTE DE APOYO

**L: PLAN PARA EL ALMACENAMIENTO
DE CRECIDAS**



Reporte de Apoyo L: Plan para el Almacenamiento del Agua de Inundación

Contenido

1.	PRESAS-----	L.1
2.	USO DE LAS LAGUNAS-----	L.1
2.1	Selección del Lugar para Almacenaje-----	L.1
2.2	Historia del Conflicto en la Lguna de Olomega-----	L.2
2.3	Uso de la Laguna de Olomega-----	L.3
3.	PLAN PARA EL RETARDAMIENTO DE AGUAS DE INUNDACION-----	L.4
3.1	Distribución de la Descarga de Inundación-----	L.4
3.2	Plan para Control de Inundación-----	L.7
3.3	Simulación-----	L.8
3.4	Consentimiento de las Partes Concernientes-----	L.10
4.	PLAN PARA LAS INSTALACIONES-----	L.11
4.1	Plan Estructural-----	L.11
4.2	Operación y Mantenimiento de las Facilidades-----	L.14
5.	IMPACTO AMBIENTAL-----	L.18

Lista de Cuadros y Figuras en el Reporte de Apoyo L

Cuadro L.3.1	Relación entre Escorrentía y Pesca	L.T.1
Cuadro L.4.1	Comparación de las Alternativas del Vertedero de Desviación.....	L.T.2
Figura L.3.1	Area y Volumen de la Laguna de Olomega (Levantado durante este Estudio, 1996)	L.F.1
Figura L.3.2	Area y Volumen de la Laguna de Olomega (Proyecto de Olomega, 1967).....	L.F.2
Figura L.3.3	Nivel de Agua de la Laguna y la Pesca (Series de Tiempo)	L.F.3
Figura L.3.4	Nivel de Agua de la Laguna y la Pesca (Correlación)	L.F.3
Figura L.3.5	Mapa del Contorno de la Laguna de Olomega.....	L.F.4
Figura L.3.6	Simulación de Inundación de la Laguna de Olomega.....	L.F.5
Figura L.3.7	Simulación de Sequía de la Laguna de Olomega (1975-1979).....	L.F.6
Figura L.4.1	Esquema General de las Instalaciones para Uso de la Laguna de Olomega.....	L.F.7
Figura L.4.2	Vertedero de Concreto Actual y Compuerta de Control Proyectada para Olomega	L.F.10
Figura L.4.3	Secuencia de las Obras de Construcción.....	L.F.11

REPORTE DE APOYO L: PLAN PARA EL ALMACENAMIENTO DEL AGUA DE INUNDACION

1. PRESAS

Desde el punto de vista del control de inundaciones, solamente son efectivas aquellas presas que tienen grandes embalses. Con relación a eso, la ubicación de la Presa de San Esteban fue seleccionada con el propósito de almacenamiento de inundaciones y fue comparada con otras medidas. Como resultado, la idea de convertir la Presa de San Esteban, en una presa multi-propósito, fue excluida del Plan Maestro del control de inundaciones.

2. USO DE LAS LAGUNAS

2.1 Selección del Lugar para Almacenaje

Para el almacenamiento de las aguas de inundación se requiere de una amplia captación en el sitio de instalación. El volumen total de las aguas de inundación en el año de 1995, se estima en 100 millones de m³. Por consiguiente, para tener un almacenamiento efectivo, se requiere almacenar decimos de millones de metros cúbicos de crecidas.

Si se toma la decisión de seleccionar un embalse retardador a lo largo del río, una gran extensión de tierras con potencial para fines agrícolas se especificaría como embalse retardador. Debido a que el área seleccionada para protección contra inundaciones es tierra agrícola, no se justifica el hecho de pretender sacrificar parte de éstas para proteger otras. Además, siendo las áreas de Olomega y El Jocotal las destinadas para el control de inundación, la ubicación deberá ser en las partes alta y centro del Río.

Como conclusión, se seleccionó la opción del embalse retardador en la Laguna de Olomega. La Laguna de Olomega servirá como embalse retardador para almacenar las crecidas y para reducir las descargas pico de inundación en los tramos río abajo.

2.2 Historia del Conflicto en la Laguna de Olomega

La estructura del desagüe de la Laguna de Olomega ha tenido una conflictiva historia entre pescadores y campesinos como se describe a continuación:

Antes de 1940	El curso principal del Río Grande de San Miguel estaba situado al sur de su posición actual.
1940s	Hubo una sequía severa en el área que causó la reducción del espejo de agua de la Laguna. Los agricultores tomaron ventaja de este retroceso y pusieron sus mojones dentro del área actual de la laguna.
1960-1970	MAG y los propietarios de las tierras, cambiaron el curso del río hacia el norte, a la posición actual, con el propósito de proteger esta área contra más inundaciones
1977, 1978	Vuelve a azotar otra sequía y la laguna se vuelve a encoger. Los pescadores tienen que trasladarse temporalmente a lagos artificiales a lo largo del Río Lempa para pescar.
1977, 1978	Se construye un dique para proteger el área al norte de la laguna.
1984-1986	El grupo de pescadores cierra la boquera del Desagüe de la Laguna de Olomega para mantener el nivel de la laguna.
1986-1992	El nivel de la laguna subió y se desbordó hacia el Desagüe de la Laguna en una manera incontrolable.
1992	El flujo del agua empieza a formar un arroyo hacia el Desagüe. Sin embargo, el desagüe de la laguna todavía no se podría considerar como un canal sino solamente un desbordamiento.
1993-1995	Una ONG que representa a los pescadores construye un vertedero de concreto a la entrada del Desagüe de la Laguna de Olomega.
1995-1996	Un lado del vertedero de concreto fue estriado por el flujo de inundaciones.
1996	La ONG en representación de los pescadores, ha presentado una solicitud a MAG para construir un vertedero.
1996-1997	El lado del vertedero de concreto se estrió mucho más.

En el presente, existe una estructura de concreto en la entrada del desagüe del canal y el canal se ha secado río arriba, dejando así el nivel más bajo de 65.2 m en la laguna. Consecuentemente, la superficie de la Laguna se mantiene mas alta que en la década de

1970. El nivel de agua de la Laguna más mínimo que se registró durante la temporada de sequía de 1996 fue de 64.8 metros.

Los pescadores quieren mantener y reparar la estructura de concreto para asegurarse de mantener el presente nivel del agua de la Laguna, mientras que los agricultores quieren recuperar la tierra que algún tiempo sirvió para cultivos en la parte norte de la Laguna.

2.3 Uso de la Laguna de Olomega

En el Plan Maestro, se planeó utilizar la Laguna de Olomega como embalse retardador. Las razones para este uso de la Laguna de Olomega se describen a continuación:

- 1) Una combinación alterna de los proyectos sin la utilización de la Laguna de Olomega, costaría un 30% más que otra combinación alterna de proyectos, incluyendo el uso de la Laguna.
- 2) Es razonablemente justo distribuir la carga del control de las inundaciones entre las diferentes áreas a lo largo del Río que se beneficiarán del proyecto. En este sentido, es apropiado almacenar alguna parte de las crecidas en la Laguna de Olomega y reducir así la carga de la inundación aguas abajo.
- 3) Controlar el nivel de la Laguna por medio de compuertas apropiadamente operadas, garantizaría el beneficio tanto para los pescadores como para el control de inundación en el área.
- 4) El uso de la Laguna de Olomega ha estado en medio de un conflicto entre pescadores y agricultores por mucho tiempo. En Junio de 1996, el grupo de pescadores presentó una solicitud al MAG, para la construcción de una estructura controlada en el desagüe de la Laguna. Actualmente, el MAG está por resolver y dar la última respuesta al conflicto.

3. PLAN PARA EL RETARDAMIENTO DE AGUAS DE INUNDACION

3.1 Distribución de la Descarga de Inundación

3.1.1 Volumen de Almacenamiento en la Laguna

La relación entre el nivel de agua y el volumen de la Laguna de Olomega se detalla en la Fig. L.3.1, la cual se deriva de los resultados de un reconocimiento llevado a cabo por el Equipo de Estudio en 1996.

3.1.2 Nivel Bajo de Diseño del Agua de la Laguna

(1) Sedimentación del Embalse

El sedimento se transporta hacia la Laguna de Olomega tanto de la captación de la Laguna como del Río Grande de San Miguel.

El área de drenaje de la Laguna tiene una extensión de 200 km², y el rendimiento de sedimento se puede calcular multiplicándolo por la proporción del rendimiento de sedimento del área del drenaje, el cual se estima que sea de 1,000m³/año/km², por medio de la referencia al rendimiento de sedimento acotado en embalses existentes del Río Lempa. Por lo que el sedimento estimado para 100 años será de 20 millones de m³.

El transporte de sedimento del Río Grande de San Miguel se estima de la carga del sedimento de inundación y el promedio anual de la descarga de inundación, la cual se estima que habrá de fluir hacia la Laguna. La carga de sedimento se estima a ser 2,000 ppm, considerando la información tomada en este Estudio. La expectativa para el flujo anual de inundación se estima a ser unos 4 millones de m³/año después de que este proyecto se haya implementado. Sin embargo, el rendimiento de sedimento del Río de San Miguel después de cien años, se calcula en unos 8,000 m³, menos del 1% del rendimiento de sedimento de la captación de la Laguna.

Por lo tanto, el volumen total diseño de sedimentación en la Laguna es aproximadamente de 20 millones de m^3 y la mayoría de éste proviene de la captación de la Laguna.

Como referencia, la relación elevación-volumen establecida en 1967 en el Estudio: "El Proyecto Olomega", se muestra en la Fig. L.3.2. Esta figura muestra que la elevación mínima del fondo del lago es de 62 m, con un volumen total del embalse abajo de los 64 m, es de 20 millones de m^3 , lo cual es casi idéntico a la Fig. L.3.1. Esto significa que la configuración del fondo de la Laguna ha sufrido poco cambio en estos treinta años y que el efecto de la sedimentación ha sido insignificante. Por consiguiente, la cifra anteriormente mencionada de 20 millones de m^3 en cien años puede sobrestimar el fenómeno real.

Tomando el lado conservador, la superficie de sedimento en 100 años se estima en unos 64.0 m, el cual es equivalente al volumen de 23 millones de m^3 .

(2) Actividades de la Pesca

Existe la tendencia que la pesca en la Laguna de Olomega sea poca en años de inundación. La Fig. L.3.3 muestra una correlación entre la escorrentía anual en El Delirio y la producción anual de pesca en la Laguna de Olomega.

Durante un año, la pesca es menor durante la época lluviosa que durante la época seca. La Fig. L.3.4 muestra la pesca mensual y el nivel de agua de la Laguna durante la década de 1970; el único tiempo en que tanto los registros del nivel de la laguna así como los datos de pesca, estuvieron disponibles. De estos datos, se obtiene el diagrama de correlación entre el nivel de agua de la Laguna y la producción de pesca, como se muestra en la Fig. L.3.5. Estos muestran que la producción de la pesca es limitada cuando el nivel de agua de la Laguna es muy bajo o muy alto. El motivo por el cual se reduce la producción de pesca cuando el nivel de agua es bajo, es por la aparente reducción del hábitat del pez.

La razón por la cual el alto nivel de agua de la Laguna reduce la producción de pesca no es tan evidente. Sin embargo, después de una entrevista con los pescadores y personal del MAG, las siguientes razones se obtuvieron:

- A. El método común de pesca en el área se vuelve dificultoso en aguas profundas.
- B. Una profundidad superior reduce la densidad de peces en la Laguna
- C. Los peces encuentran lugares para esconderse cuando el agua es profunda
- D. El efecto del ciclo de vida del pez

Cual fuera la razón, la producción de pesca es baja cuando el nivel de agua es muy bajo o muy alto. Por consiguiente, parece que existe una apropiada profundidad para las operaciones de pesca. De acuerdo con la Fig. L.3.5, la profundidad favorable está entre los 64.0 y los 65.5 m.

Tomando una tolerancia de 0.5 m en la elevación previamente mencionada de 64.0 m, el nivel mínimo de agua de la Laguna en este proyecto fue planeado a ser 64.5 m, correspondiendo a un volumen de almacenamiento de 34 millones de m³.

3.1.3 Nivel Alto de Diseño del Agua de la Laguna

El nivel alto de diseño del agua de la Laguna fue planeado en 65.5 m, juzgando por la elevación de la tierra alrededor de la Laguna.

La Fig. L.3.6 muestra las curvas de nivel alrededor de la Laguna. Al establecer el Nivel Alto de Diseño del Agua a 65.5 m, las áreas de viviendas alrededor de la Laguna estarán libres de inundación.

Existe un área rodeada por diques en la parte norte de la Laguna, donde la elevación de la tierra es menor que los 65.5 metros. En el presente esta área es un pantano y este lugar en particular es difícil e impráctico resguardarlo contra inundaciones.

Por consiguiente, esta área ha sido excluida de la definición del área proyectada para la mitigación de la inundación e incluida en el área para el manejo de las planicies inundables. De manera que para deshacerse de la inundación en esta área, otras medidas se tendrán que tomar aparte de este plan. Por ejemplo, una manera es reclamar el área o elevarla arriba de los 65.5 m. Otra manera es de instalar bombas de desagüe para drenar el agua en el interior.

3.1.4 Asignación del Embalse

La asignación propuesta para la Laguna de Olomega se muestra a continuación:

Capacidad Muerta	23,000 m ³	(EL 62 m ~ EL 64.5 m)
Capacidad para Control de Inundación	29,000 m ³	(EL 64.5 m ~ EL 65.5 m)

3.2 Plan para Control de Inundación

3.2.1 Concepto Básico

El concepto básico para el control de inundación utilizando la Laguna de Olomega como embalse retardador es el siguiente:

- 1) La descarga diseño de inundación en el Vertedero de Desviación de Olomega, deberá ser reducida aproximadamente a la mitad de la descarga pico del río, por medio de desviación.
- 2) Como el Plan Maestro está previsto para una inundación con un período de retorno de 10 años, el vertedero de desviación está proyectado para una inundación con un período de retorno de 10 años en su estructura final.
- 3) Como el proyecto prioritario está planificado para una inundación con un período de retorno de 2 años, el vertedero de desviación está proyectado como tal en la etapa prioritaria.
- 4) La estructura del vertedero de desviación se ha proyectado de forma tal que pueda ser reconstruida fácilmente de la etapa prioritaria a la etapa final.

5) Las Compuertas de Control de la Laguna de Olomega, se han proyectado para dar abasto tanto en la etapa prioritaria como en la etapa final.

3.2.2 Plan Maestro

De acuerdo a la distribución de la descarga diseño de todo el sistema fluvial en el Plan Maestro, la afluencia diseño en el vertedero de desviación es de 1,150 m³/seg mientras que el flujo de desvío es de 660 m³/seg. El volumen de almacenamiento en este momento es de 19 MCM, el nivel de agua de la Laguna corresponde a 65.2 m. El hidrograma del caudal afluente y efluente se muestra en la Fig. 6.4 del Libro de Datos.

El máximo nivel de agua de la Laguna calculado de 65.2 m es menor que el Nivel Alto de Diseño del Agua de 65.5 m. La diferencia de 0.3 m, correspondiente a un volumen de 9 millones de m³, se puede considerar como un margen.

3.2.3 Proyecto Prioritario

De acuerdo con la distribución de la descarga diseño de todo el sistema fluvial en el Proyecto Prioritario, la afluencia diseño en el vertedero de desviación es de 660m³/seg, mientras que el flujo de desvío es de 365 m³/seg. El volumen de almacenamiento en este momento es de 14 millones de m³, y el nivel de agua correspondiente de la Laguna es de 65.1 m. El hidrograma del caudal afluente y efluente se muestra en la Fig. 6.5 del Libro de Datos.

3.3 Simulación

3.3.1 Simulación de la Inundación

Para ver el comportamiento de la laguna durante una inundación mayor a la inundación diseño, se efectuó una simulación matemática.

Las condiciones de esta simulación son las siguientes:

Mejoramiento del Río e instalaciones retardadoras	Las propuestas para el Proyecto Prioritario
Período de retorno del caudal afluente	10 años
Nivel inicial del agua de la Laguna	64.5 m
Caudal afluente de la propia cuenca	Considerado
Flujo efluente desde las Compuertas de Control de Olomega	0 m ³ /seg.

El resultado se muestra en la Fig. L.3.7. De acuerdo a esta simulación, cuando llegue una inundación con un período de retorno de 10 años, el máximo nivel del agua de la Laguna será de 65.6 m, el cuál estará solamente 0.1 m arriba del Nivel Alto de Diseño de Agua, y no causará ningún problema serio.

3.3.2 Simulación de Sequía

Se simuló el comportamiento de la Laguna durante una fuerte sequía. Las condiciones para la simulación son las siguientes:

Datos usados:	Los únicos registros disponibles de los niveles de agua de la Laguna fueron entre 1970 y 1979.
Caudal afluente:	Debido a que no hay datos sobre el caudal afluente hacia la Laguna, se utilizaron los datos de las descargas en Villerías y Moscoso y se convirtieron en descarga específica
Evaporación:	Se estimó al multiplicar los valores pan de evaporación de El Papalón.

La regla de operación de las compuertas se asume de la siguiente manera:

- Durante la época lluviosa, las compuertas se operan para mantener el nivel de agua de la Laguna a 64.5 m
- Durante la época seca, las compuertas se operan para mantener el nivel de agua de la Laguna a 65.0 m

Los resultados de la simulación se muestran en la Fig. L.3.6 adjunto con el nivel registrado de agua de la Laguna. La Fig. L.3.6 demuestra que por medio de la implementación del proyecto, el nivel de agua de la Laguna se mantiene arriba de los 65.0 m aún en 1978, el cual fue el año más seco en diez años. De no haber sido por el proyecto, el nivel de agua de la Laguna se reduciría a 63.4 m causando daños a la actividad pesquera.

3.4 Consentimiento de las Partes Concernientes

Dado que existe una larga historia acerca del conflicto sobre la operación de la Laguna, es necesario obtener el consentimiento de las partes relacionadas en una manera cuidadosa. Se recomienda permitir que toda la información esté disponible a la gente, y dejar que ellos tomen parte en el proceso de tomar decisiones.

El siguiente procedimiento se recomienda:

- a) Explicar el comportamiento de la Laguna en inundaciones y sequías pasadas, en la manera que las personas entiendan claramente el esquema real del problema.
- b) Explicar la naturaleza del proyecto completo, el cual ha de traer beneficio a todas las personas concernientes.
- c) Demostrar que la posición del gobierno central se mantiene neutral.
- d) Explicar el concepto básico de la operación de la Laguna, el cual considera el control de inundaciones y la operación de la pesca.
- e) Explicar el resultado de las simulaciones matemáticas que demuestran el mejoramiento de la situación, tanto como para la inundación como para la sequía por medio de la implementación del proyecto.
- f) Explicar todo el contenido de la regla de operación.

- g) Explicar la operación y el mantenimiento de la organización.
- h) De haber alguna buena sugerencia para la operación y el mantenimiento de las instalaciones por parte de las personas, la opinión se tomará en cuenta para formular las políticas de Operación y Mantenimiento

Se recomienda también llevar a cabo reuniones periódicas después que la operación de las compuertas se haya iniciado, y mostrar a las personas el resultado de la operación.

4. PLAN PARA LAS INSTALACIONES

4.1 Plan Estructural

4.1.1 Disposición General

Se estudiaron dos alternativas de lineamientos del río y el lineamiento final se decidió como se demuestra en la Fig. L.3.9.

4.1.2 Investigación del Sitio

Se estudiaron los sitios específicos para las instalaciones con respecto a la topografía y la geología. El área es casi plana y la geología alrededor del área está compuesta por arcilla y cieno. No hay evidencia de suelo duro, ni roca el cual tendría que ser excavado por medio de retroexcavadores con "ripper".

El uso de tierra en el área es para pantano y parte para pastizales. No será necesario reubicar viviendas para la construcción de las instalaciones en esta área.

4.1.3 Plan Estructural

(A) Vertedero de Desviación

Como se ha mencionado con anterioridad, se proyectará el vertedero de desviación por el cual pasará la mitad de la descarga diseño pico.

Por el tipo de estructura, se compararon tres diferentes ideas, principalmente la de tipo monolito de concreto, la de tipo embanque con recubrimiento de concreto y la de tipo gavión. La comparación se muestra en el Cuadro L.3.1. Finalmente, se seleccionó el de tipo monolito de concreto, principalmente por razones de mantenimiento.

El vertedero de desviación deberá ser proyectado para resistir ambos tipos de inundación, con un período de retorno de dos años y de diez años. Por consiguiente, la estructura se planificó inicialmente para la inundación con un período de retorno de dos años como parte del Proyecto Prioritario, cuya modificación se proyectó para la etapa final.

(Primer Paso: para el Proyecto Prioritario)

- Se determinó que la elevación del umbral del vertedero será de 66.1 m, siendo el nivel de agua normal en la Laguna de Olomega durante la temporada lluviosa de 64.5 m.
- El vertedero se ubica cerca de la pendiente del banco lateral del río de manera tal que permita el rebalse como se ha calculado. El ancho propuesto para el umbral es de 62 m.
- La elevación inferior del vertedero río abajo, se determinó a ser 63.0 m, de manera tal para poder obtener la profundidad amortiguadora de 1 m.
- La longitud del umbral del vertedero se determinó a ser 62 m para que la descarga de 300 m³/seg, sea desviada. El cálculo del rebalse fue hecho mediante el análisis de flujos no estables. Para poder reconfirmar dicho análisis, se recomienda llevar a cabo una prueba de un modelo hidráulico durante la etapa de diseño detallado.
- La longitud del colchón se proyectó de acuerdo con la configuración final de la estructura para poder afrontar una inundación con un período de retorno de 10 años.

(Segundo Paso: para el Plan Maestro)

- Elevación del umbral del vertedero = 67.3 m
- Longitud del umbral del vertedero = 62 m (descarga a desviar: 490 m³/s)

(B) Compuertas de Control en la Laguna de Olomega

Las compuertas de control de la Laguna de Olomega se proyectaron para que el nivel de agua de la Laguna se opere para los siguientes propósitos:

- Almacenar parte de las aguas de inundación temporalmente, de manera que se pueda mitigar el daño producido río abajo por las aguas de inundación durante la época lluviosa.
- Mantener el nivel de agua de la Laguna durante la época seca, de manera que se puedan mantener tanto el área de agua y profundidad apropiadas para la pesca.

El ancho y la profundidad del canal de salida fueron proyectados a ser similares al canal existente. La Fig. L.3.10 muestra la relación entre el vertedero de concreto existente y las compuertas de control de este plan. Consecuentemente, el ancho del canal es de 25 m y la elevación del lecho del canal es de 63.0 m.

Así como las compuertas han de ser operadas para contener el pequeño cambio del efluente y para mantener el nivel de agua de la Laguna durante la época lluviosa, así también, el sistema de compuertas deberá de componerse de varias puertas pequeñas. El ancho de las puertas se propone a ser de un metro y dos metros cada una.

Las compuertas están diseñadas para poder contener una inundación con un período de retorno de 10 años y las mismas estructuras se aplican para inundaciones con un período de retorno de 2 años.

4.1.4 Plan de Construcción

La secuencia general para las obras de construcción se muestra en la Fig. L.3.11.

1. Mejoramiento del Río La Pelota
2. Construcción de las Compuertas de Control de la Laguna de Olomega
3. Mejoramiento del Desagüe de la Laguna de Olomega
4. Desvío del Agua de la Laguna por el Desagüe de la Laguna de Olomega
5. Construcción del Vertedero de Desviación
6. Mejoramiento del Río Grande de San Miguel

4.2 Operación y Mantenimiento de las Facilidades

4.2.1 Operación

(1) El Concepto Básico

El concepto básico de la operación del nivel de agua en la Laguna es el siguiente:

(durante la época lluviosa)

- Mantener el nivel del agua de la Laguna en 64.5 m antes que una inundación rebalse el vertedero de desviación.
- Cuando la inundación rebalse el vertedero de desviación, las compuertas son controladas en forma tal que las crecidas estén efectivamente almacenadas.
- Una vez concluido el proceso de llenado de las aguas de inundación y se haya eliminado el peligro de inundación río abajo, el agua almacenada se libera por medio del control de las compuertas y se recupera el almacenaje de inundación.
- Al final de la temporada de lluvia, las compuertas se operan de manera que el nivel de agua de la Laguna suba a 65.0 m y se mantenga así.

(durante la época seca)

- El nivel de agua de la Laguna se mantiene a 65.0 m al cerrar las compuertas completamente.
- El espesor total de evaporación durante la temporada seca se estima que es entre 80 y 90 cm, y como aún hay afluencia de la misma captación, el nivel de agua de la Laguna se mantiene arriba de 64.5 m.

(2) Regla de Operación de las Compuertas de Control en la Laguna de Olomega (Preliminar)

Capítulo 1. Generalidades

(Aplicación)

El nivel de agua de la Laguna de Olomega se ha de operar de acuerdo a esta Regla de Operación de las Compuertas de Control de la Laguna de Olomega.

(Propósito de las Compuertas de Control)

El propósito de las compuertas de control son la mitigación de la inundación alrededor de la Laguna, mantenimiento del nivel de agua de la Laguna y reducción de la inundación en áreas río abajo.

(Principio de la Operación de las Compuertas)

Las compuertas han de ser exclusivamente operadas por el jefe de la Oficina de Sitio de la Laguna de Olomega del MAG.

Capítulo 2. Operación de las Compuertas

(Temporadas Lluviosa y Seca)

La temporada lluviosa se define entre Mayo 1 a Octubre 31.

La temporada seca se define de Noviembre 1 a Abril 30.

(Nivel Estándar de Agua Fijo de la Laguna) El Nivel Estándar de Agua de la Laguna es de 64.5 m.

(Nivel de Agua de la Laguna) El Nivel de Agua de la Laguna se define como el nivel de agua en la Estación de aforos en Puerto Viejo.

(Nivel Alto de Agua) El Nivel Alto de Agua de la Laguna es de + 1.0 m arriba del Nivel Estándar de Agua de la Laguna (65.5 m).

(Nivel Normal de Agua durante la Temporada Lluviosa) El Nivel Normal de Agua durante la Temporada Lluviosa es el Nivel Estándar de Agua de la Laguna (64.5 m).

(Nivel Normal de Agua durante la Temporada Seca) El Nivel Normal de Agua durante la Temporada Seca es de +0.5 m arriba del Nivel Estándar de Agua de la Laguna (65.0 m).

(Definición de Tiempo de Emergencia)

1. Cuando se ha emitido el pronóstico de una inundación
2. Cuando se ha emitido una alerta de inundación
3. Cuando se ha emitido un aviso de fuertes lluvias y el jefe de la Oficina lo juzgue necesario

(Operación Requerida durante el Tiempo de Emergencia)

1. Comunicación con agencias relacionadas y recolección de datos
2. Chequeo, mantenimiento de las compuertas y pruebas del generador de reserva
3. Preparación del personal para la operación

(Mitigación de la Inundación alrededor de la Laguna)

Cuando el nivel de agua de la Laguna está sobre el Nivel Normal de Agua durante las temporadas lluviosa o seca, las compuertas serán operadas para mantener el nivel de agua de la Laguna en el Nivel Normal de Agua.

(Operación de las Compuertas durante de Temporada Seca)

Durante la temporada seca, todas las compuertas serán operadas o se cerrarán para mantener el Nivel de Agua de la Laguna a +0.5 m arriba del Nivel Estándar de Agua.

(Cancelación de la Emergencia)

El jefe de la oficina suspenderá la emergencia, cuando ya no sea necesaria.

(Cambio Brusco en la Descarga)

Se evitarán los cambios bruscos en la descarga de las corrientes río arriba y río abajo de la compuerta.

(Notificación de la Liberación de Agua)

El jefe de la oficina notificará a las organizaciones relevantes y al público, al empezar la operación de las compuertas.

(Observación, Inspección y Mantenimiento)

Las inspecciones y mantenimientos periódicos son necesarios para el vertedero de desviación y las compuertas de control.

(Observación)

La observación de fenómenos hidrológicos y meteorológicos se llevará a cabo en la Oficina de Sitio.

(Registros)

Registros de la operación de la compuerta, hidrología y meteorología, deberán mantenerse en la Oficina de Sitio.

4.2.2 Mantenimiento

El mantenimiento de las instalaciones se llevará a cabo por el MAG y la oficina local. El contenido de la operación y mantenimiento de las instalaciones es el siguiente:

Vertedero de Desviación

- Inspección de las estructuras de concreto
- Inspección y mantenimiento del canal y los revestimientos

Compuertas de Control

- Inspección del vertedero de desviación
- Inspección y mantenimiento de las hojas de las compuertas
- Inspección y mantenimiento de la unidad de energía
- Inspección del canal
- Remoción y tratamiento de ninfa
- Inspección y mantenimiento de vigas horizontales de cierre

5. IMPACTO AMBIENTAL

(1) Impacto en las actividades de pesca

Es posible mantener el nivel de agua de la Laguna durante la temporada seca por medio de la operación de las compuertas y de esa forma el proyecto beneficiará la actividad pesquera.

(2) Impacto de la Sedimentación

De acuerdo a la simulación de inundación, la cantidad del flujo de inundación hacia la Laguna después de la conclusión del proyecto, es considerablemente menor que sin el proyecto.

Por consiguiente, el impacto de la sedimentación en la Laguna será aliviado por medio de la implementación del Proyecto.

(3) Impacto en la calidad del agua

Existe un temor sobre el deterioro de la calidad del agua de la Laguna por la introducción del agua de inundación hacia la Laguna. No obstante, de acuerdo con el estudio, la mayoría de los contaminantes que se transportan a la Laguna, llegan de la captación y solamente una pequeña cantidad proviene del Río Grande de San Miguel.

Consecuentemente, la cantidad de contaminantes que llegan a la Laguna será reducida por el Proyecto y el proyecto no tendrá un impacto negativo en la calidad de agua de la Laguna.

Los datos recolectados sobre la calidad del agua en este estudio son limitados y es difícil discutir acerca del problema de eutroficación. Sin embargo, viendo el hecho que la calidad del agua de la Laguna es baja en términos de DOC, DBO, T-N y T-P

tanto en Mayo como en Julio, la principal fuente de contaminación es la captación de la Laguna. La calidad del agua de la Laguna se puede mejorar por medio del tratamiento de aguas negras y servidas en la captación.

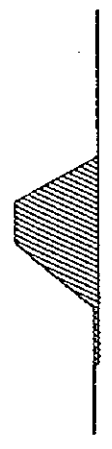
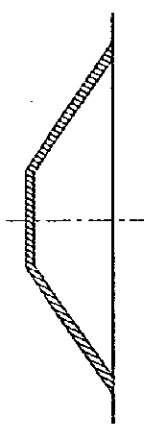
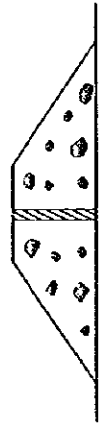




Cuadro L.3.1 RELACION ENTRE ESCORRENTIA Y PESCA

YEAR	ANUAL DISCHARGE (El Delirio) (1000,000m ³)	FISH CATCH	
		Olomega (1000 b)	Jocotal (1000 b)
1976	366	1,671	217
1977	337	1,488	147
1978	923	297	136
1979	932	669	240
1980	--	757	316
1981	--	925	223
1982	--	--	99
1983	--	1,165	152

Cuadro L.4.1 COMPARACION DE LAS ALTERNATIVAS DEL DEL
 VERTEDERO DE DESVIACION

	a	b	c
	Concrete Monolith	Concrete Faced Fill	Rock Fill with Core
Structure			
Description	Concrete Monolith Structure	Embankment Paved by Concrete	Gabion or Rock Fill with Impermeable Core
Simplicity	○	x	x
Resistance Against Flow	○	△	△
Easy Maintenance	○	x	x
Easy Reconstruction	○	x	○
Natural Appearance	△	△	○
Cost	x	△	○
Total Evaluation	A	C	B

— (km²)

- - - (m.c.m.)

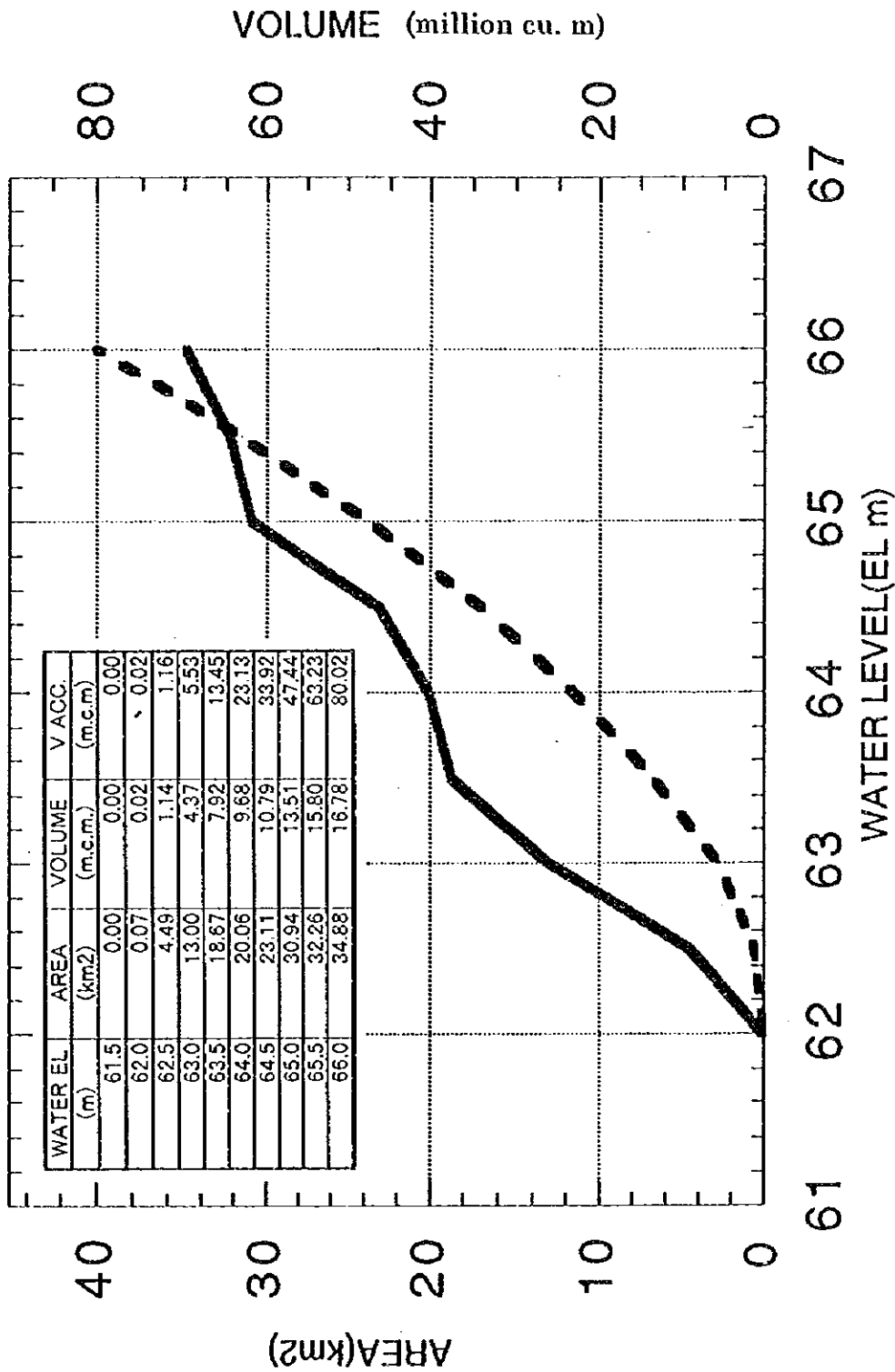


Figura L.3.1 AREA Y VOLUMEN DE LA LAGUNA DE OLOMEGA (LEVANTADO EN ESTE ESTUDIO, 1996)

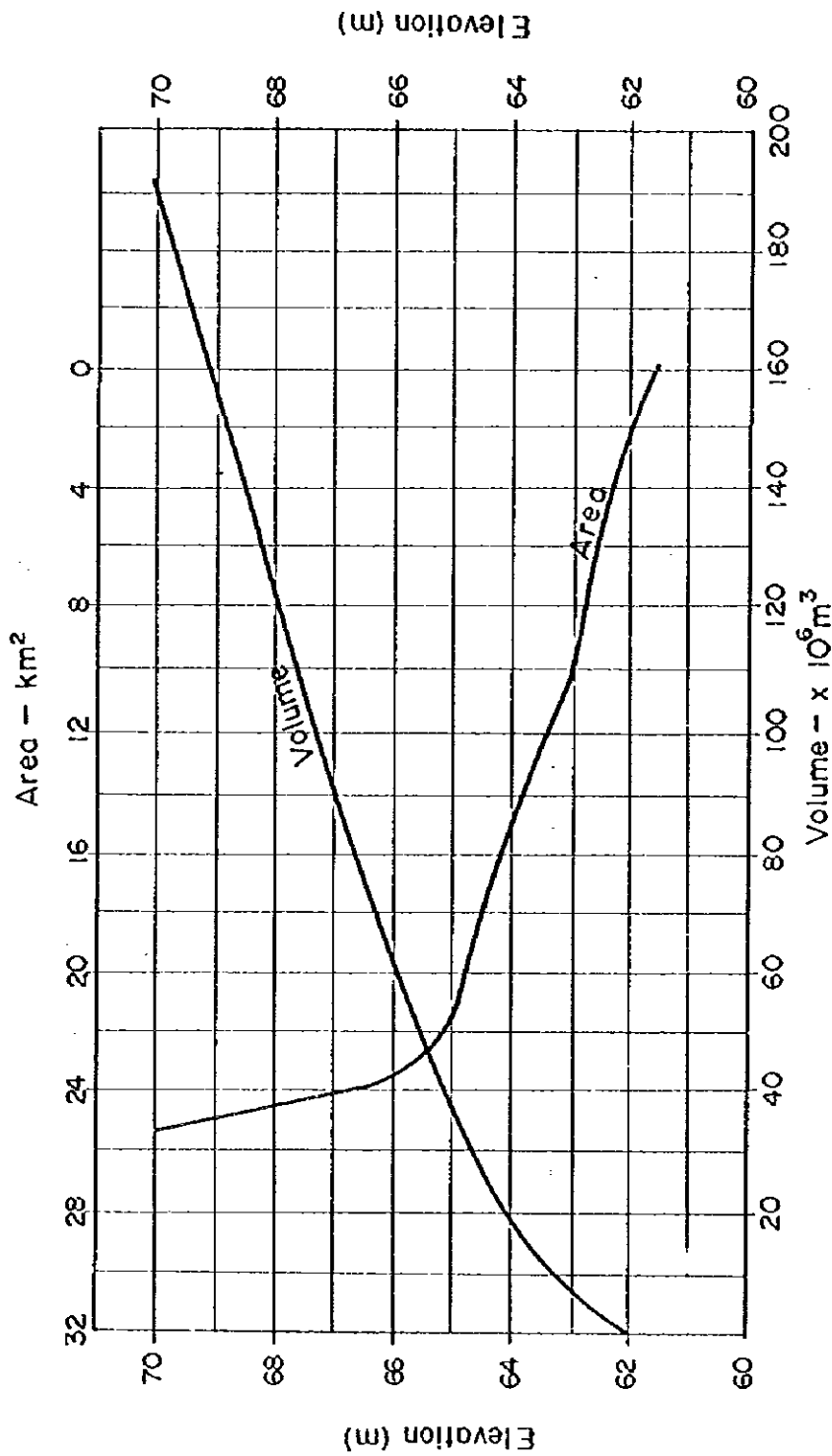


Figura L.3.2 AREA Y VOLUMEN DE LA LAGUNA DE OMEGA
(PROYECTO DE OMEGA, 1967)

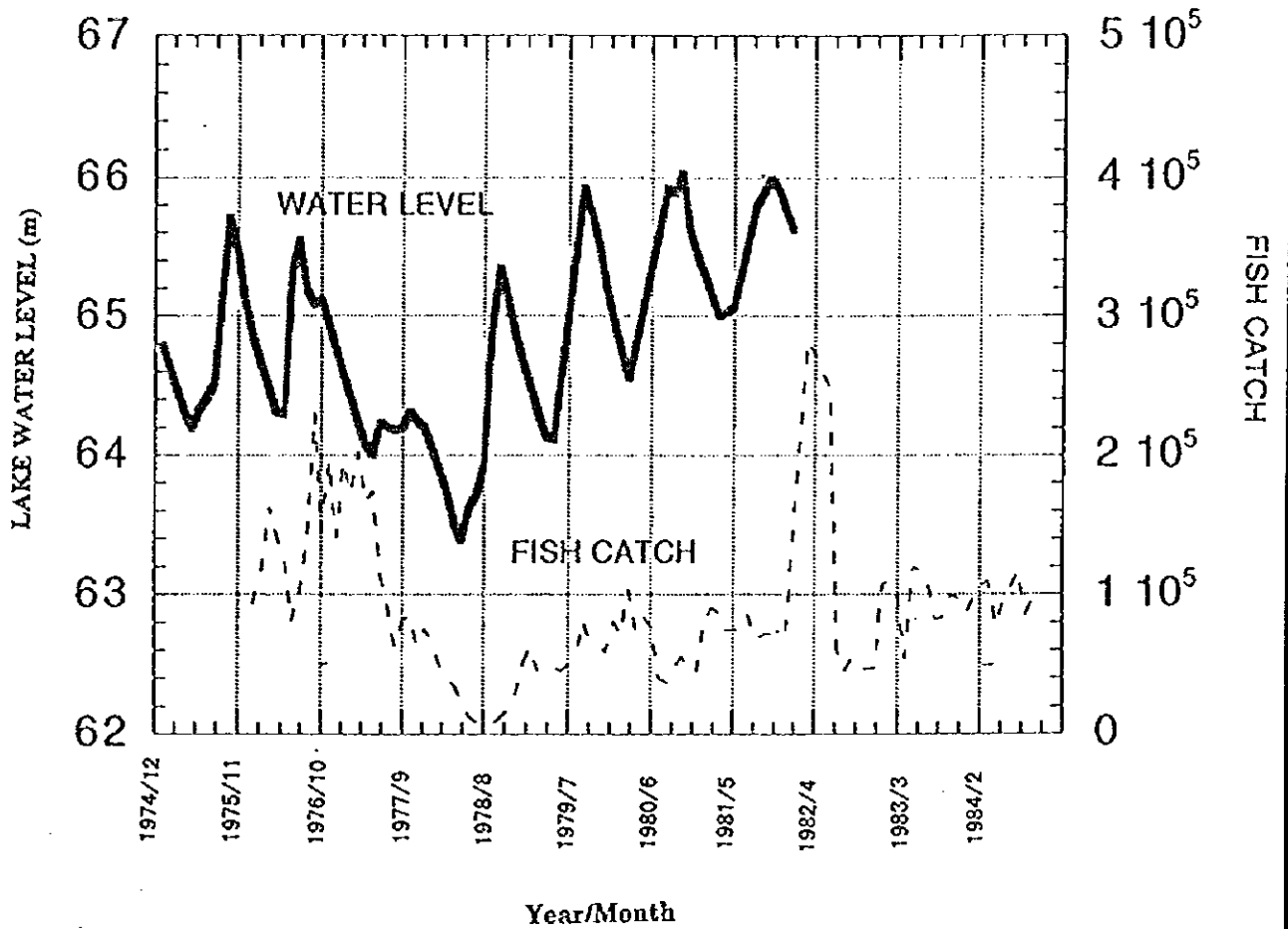


Figura L.3.3 NIVEL DE AGUA DE LA LAGUNA Y LA PESCA (SERIES DE TIEMPO)

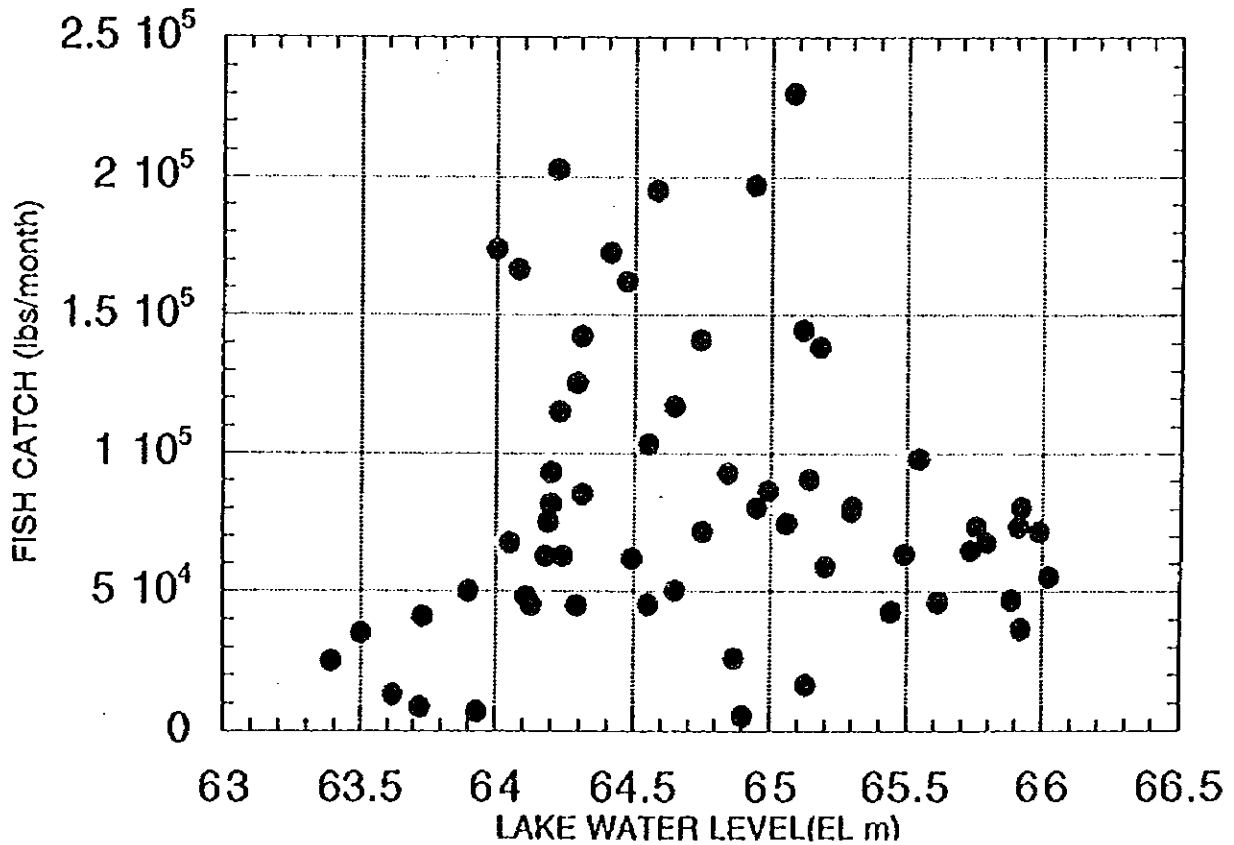


Figura L.3.4 NIVEL DE AGUA DE LA LAGUNA Y LA PESCA (CORRELACION)

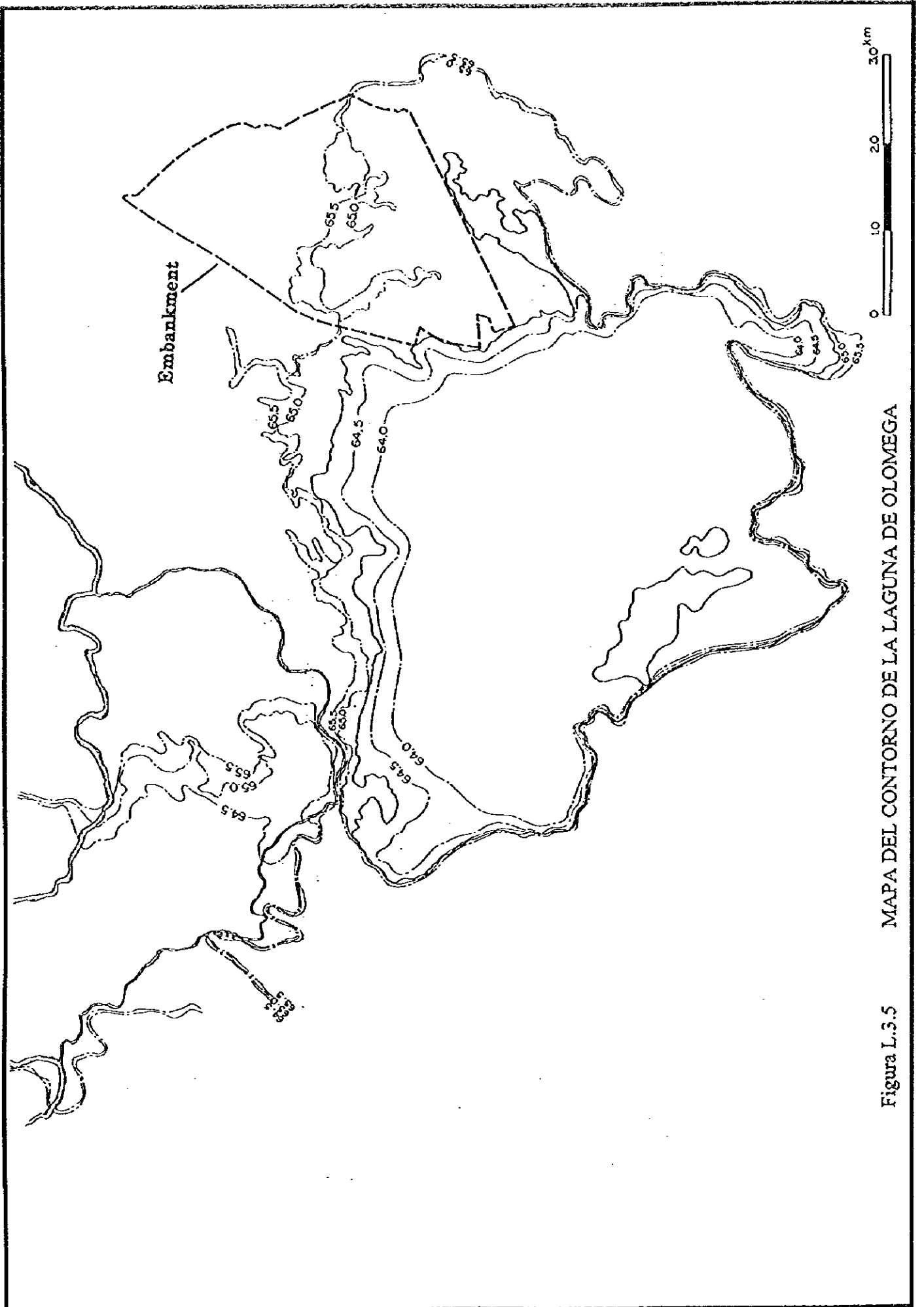


Figura L.3.5 MAPA DEL CONTORNO DE LA LAGUNA DE OLOMEGA

HYDROGRAPH AT OMEGA DIVERSION FOR 10-YEAR FLOOD (P/P)

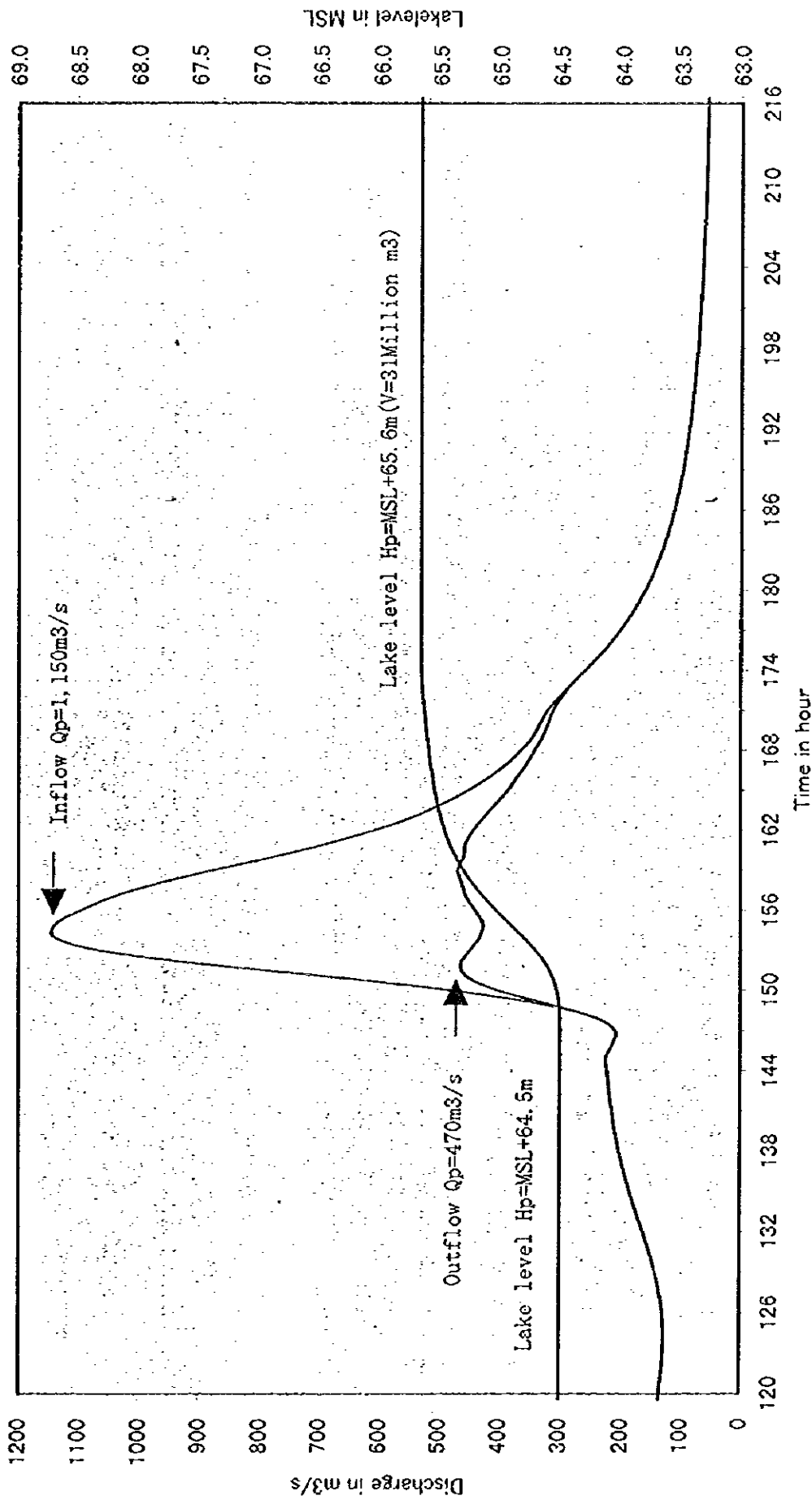


Figura L.3.6 SIMULACION DE INUNDACION DE LA LAGUNA DE OMEGA

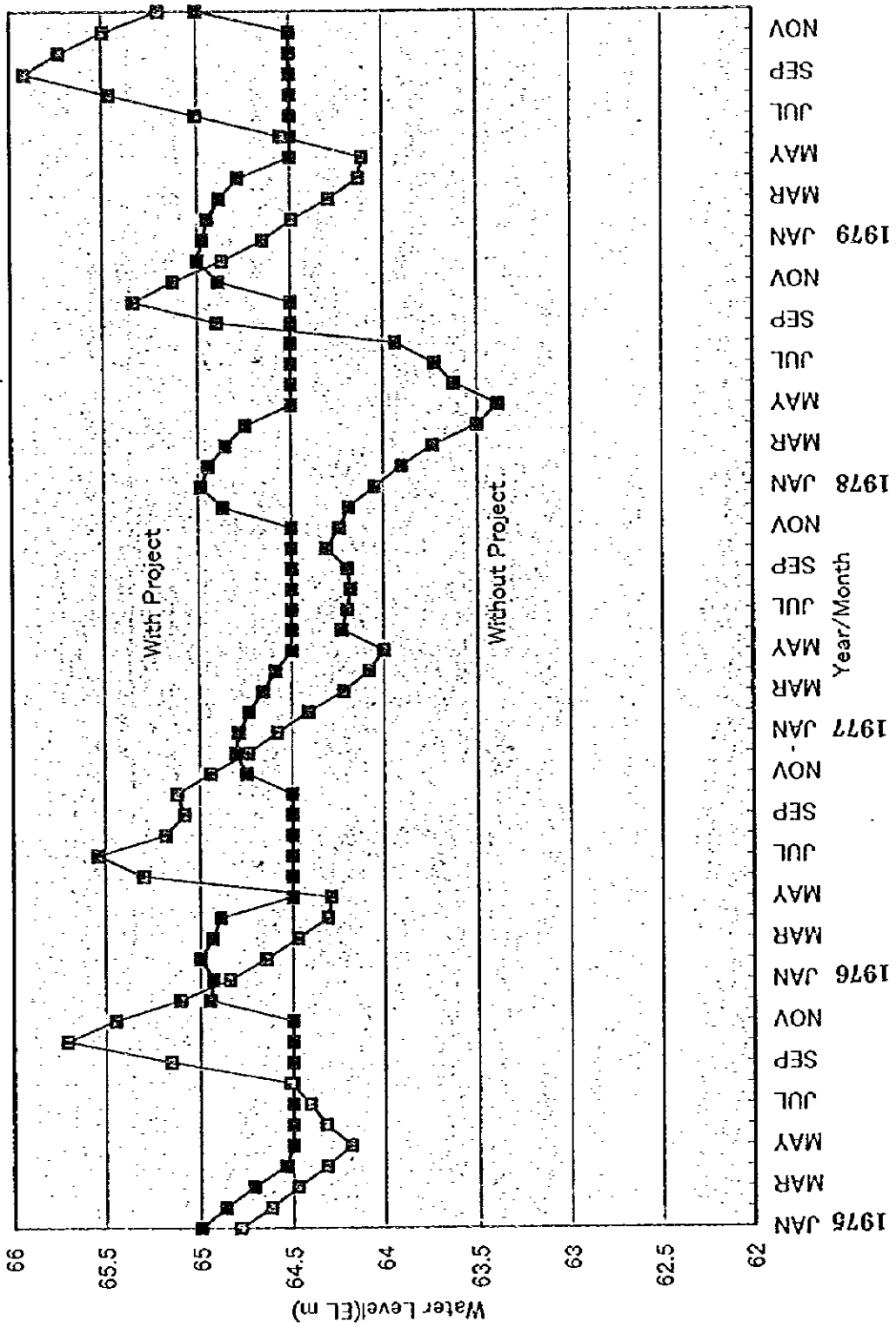


Figura L.3.7 SIMULACION DE SEQUIA DE LA LAGUNA DE OLOMEGA (1975-1979)

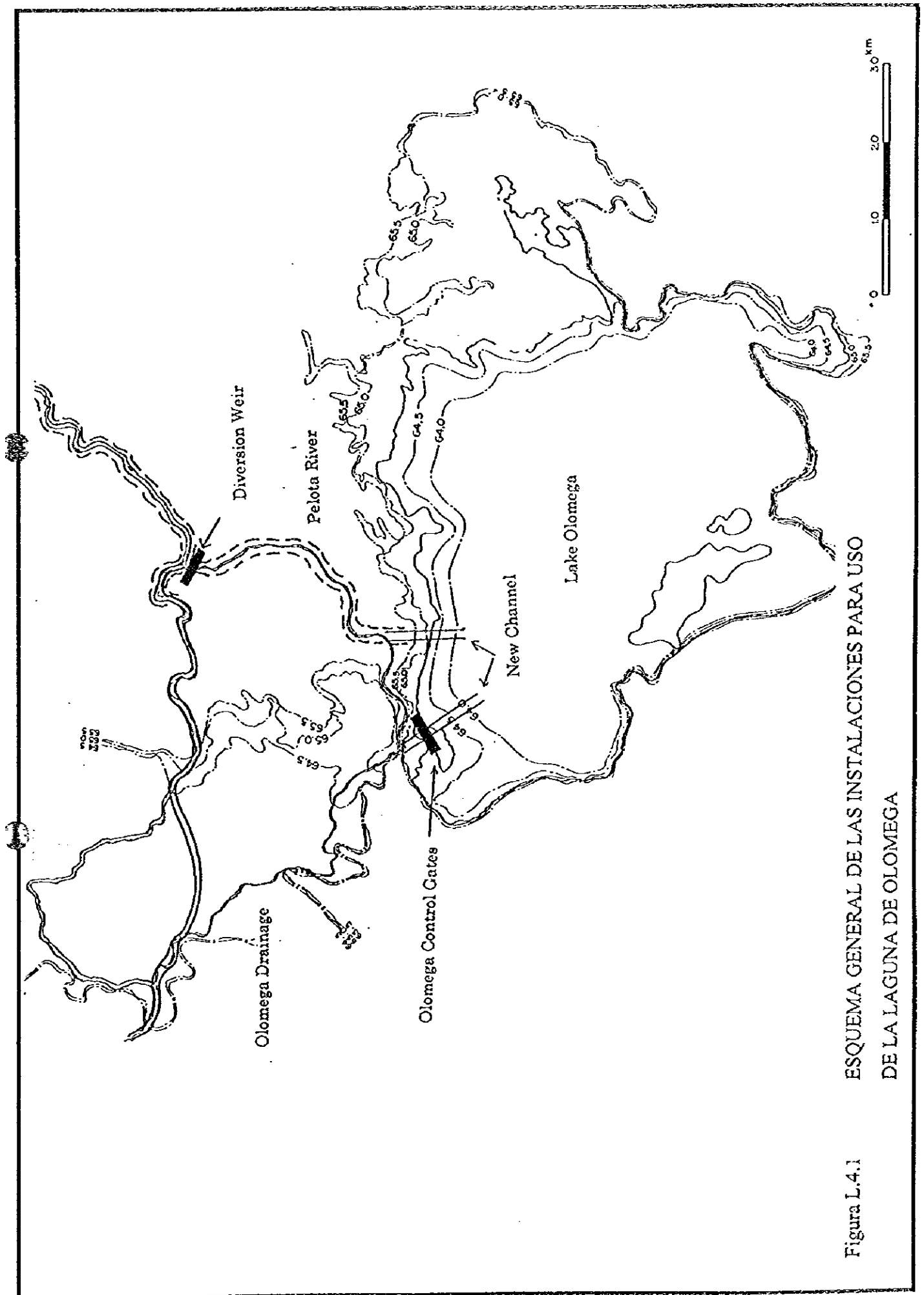


Figura L.4.1 ESQUEMA GENERAL DE LAS INSTALACIONES PARA USO DE LA LAGUNA DE OMEGA

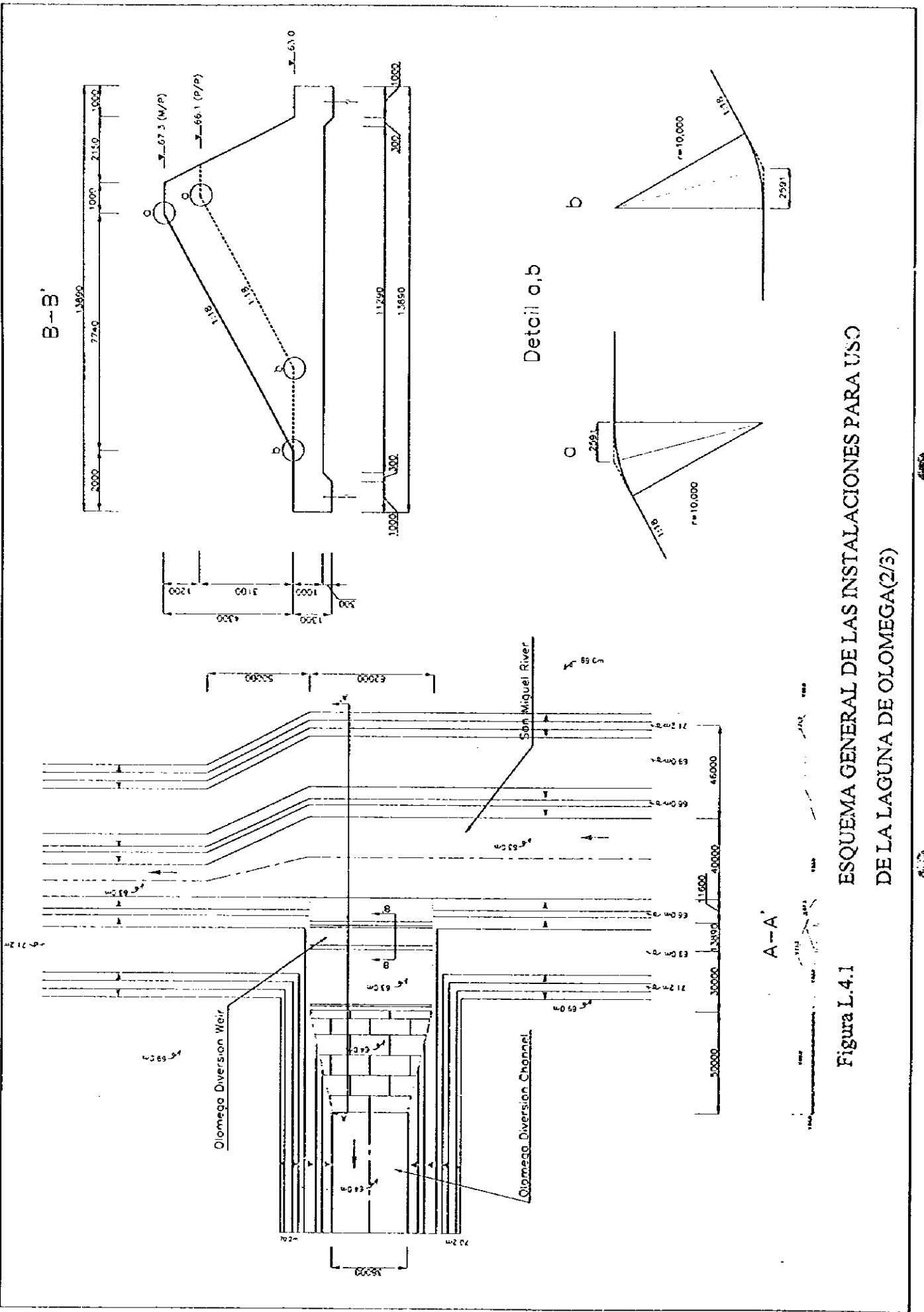
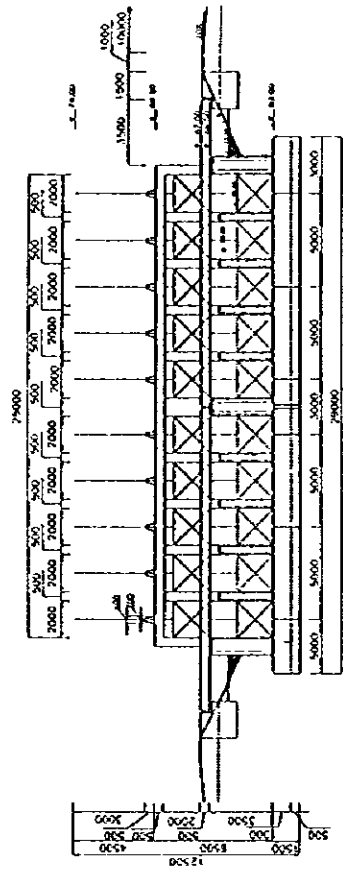
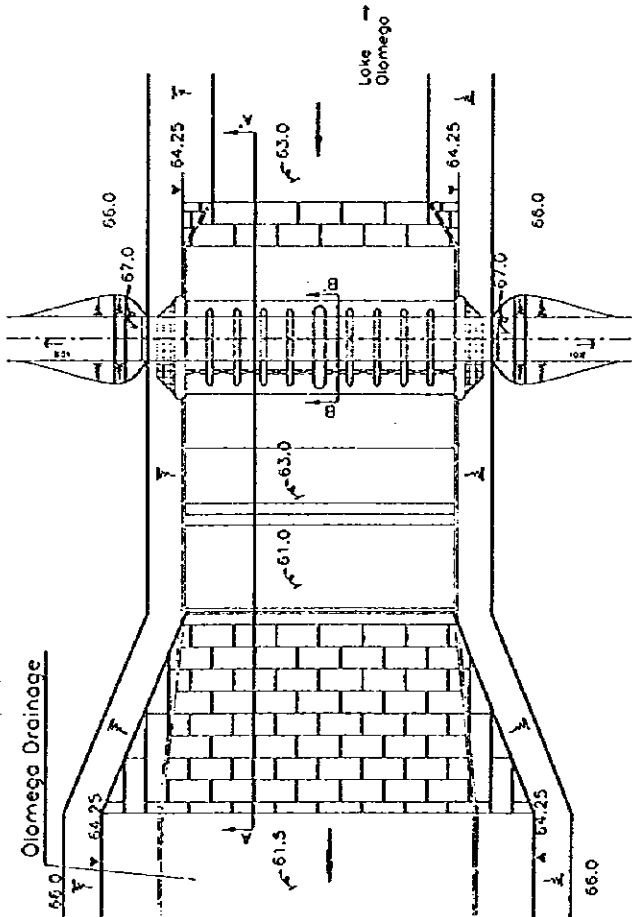
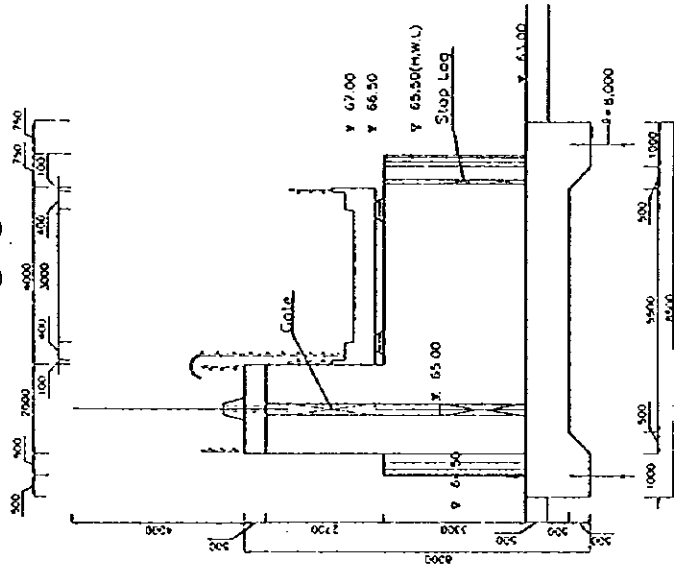


Figura L.4.1 ESQUEMA GENERAL DE LAS INSTALACIONES PARA USO DE LA LAGUNA DE OLOMEGA(2/3)

U/S Face



B-B'



A-A'

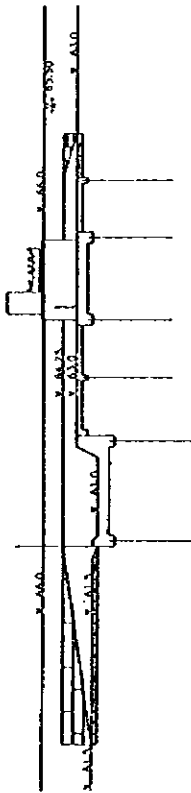
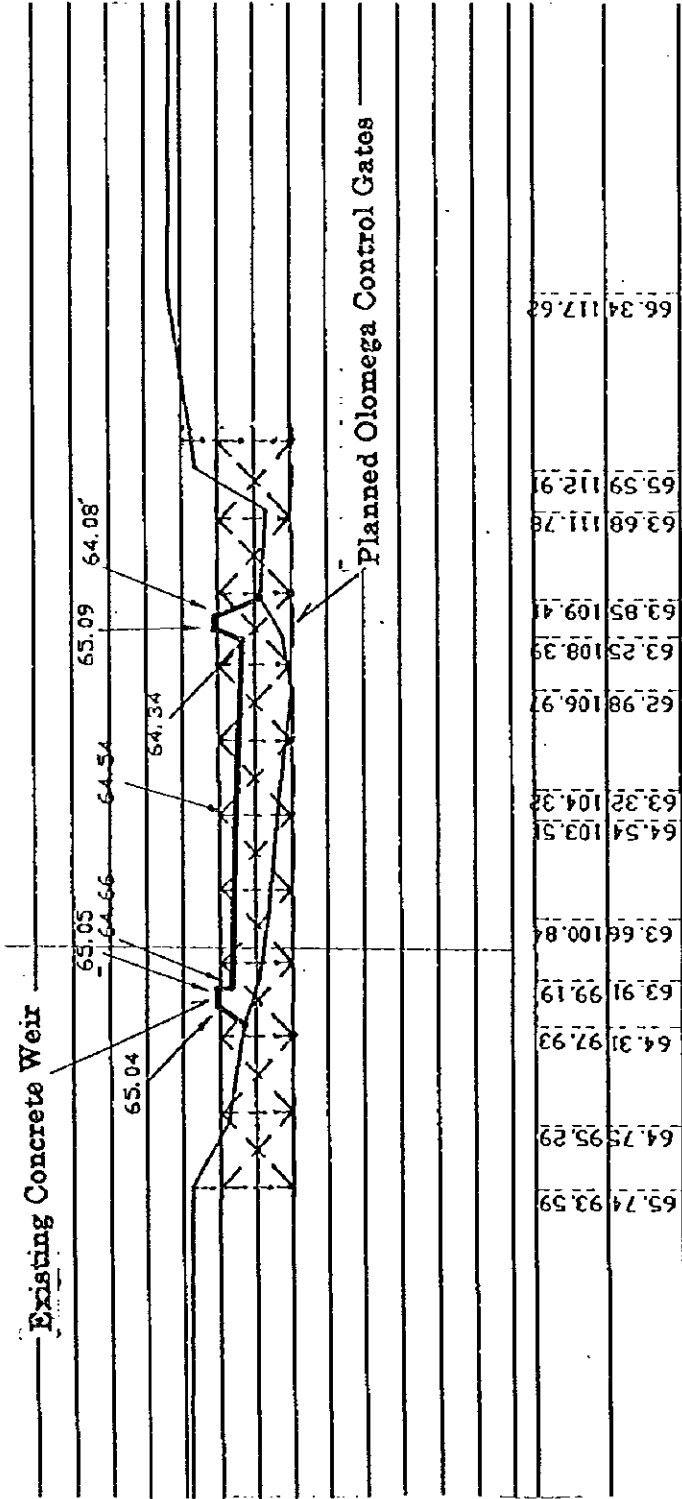
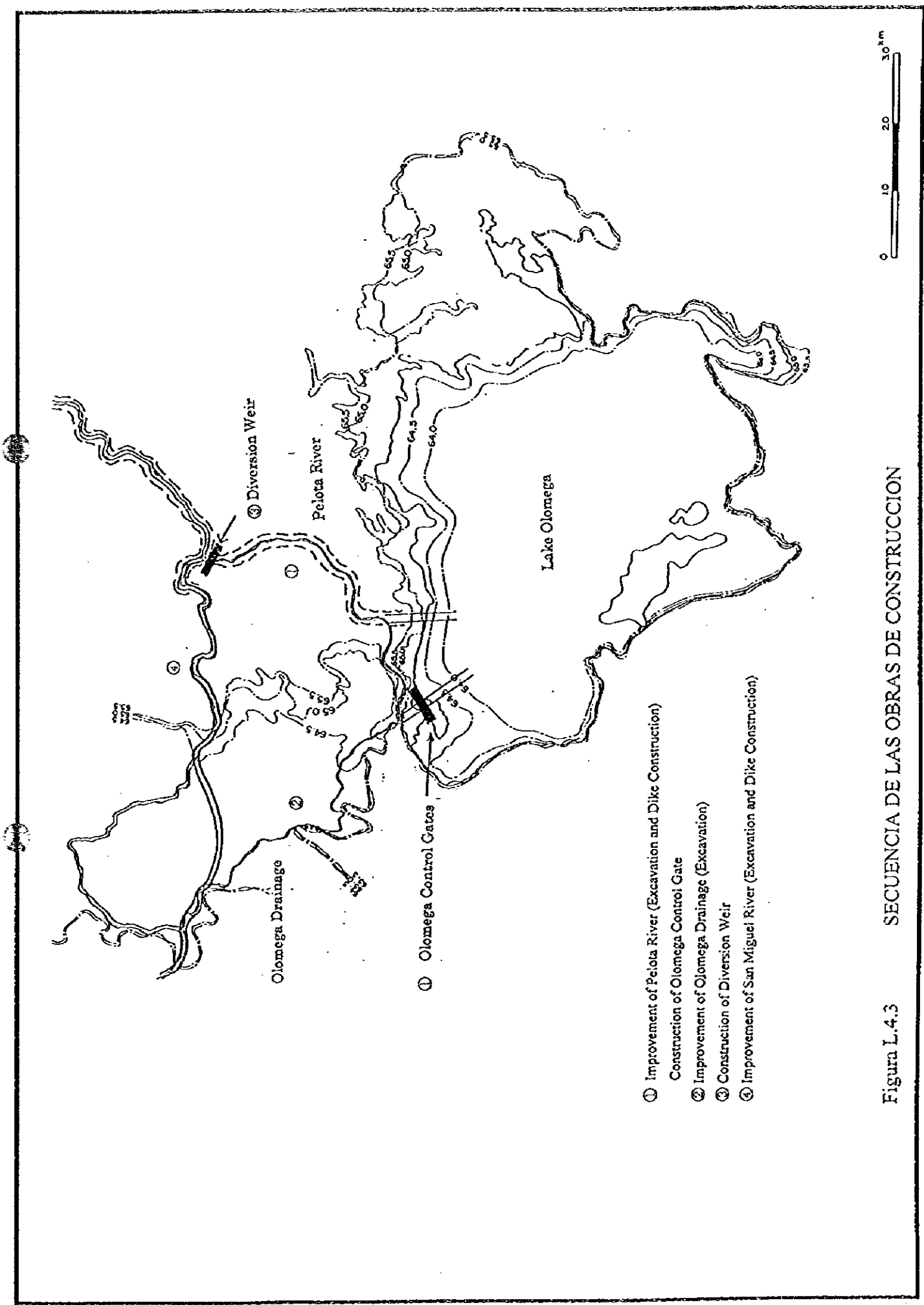


Figura L.4.1 ESQUEMA GENERAL DE LAS INSTALACIONES PARA USO DE LA LAGUNA DE OMEGA(3/3)



H. 1:200

Figura L.4.2 VERTEDERO DE CONCRETO ACTUAL Y COMPUERTA DE CONTROL PROYECTADA PARA OLOMEGA



- ① Improvement of Pelota River (Excavation and Dike Construction)
Construction of Olomega Control Gate
- ② Improvement of Olomega Drainage (Excavation)
- ③ Construction of Diversion Weir
- ④ Improvement of San Miguel River (Excavation and Dike Construction)

0 1.0 2.0 3.0 km

Figura L.4.3 SECUENCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCION