

TABLAS



TABLA 8.2.1 SECCIONES TRANSVERSALES DE DISEÑO DE INUNDACIONES PROBABLES PARA LA DETERMINACION DE LA ESCALA DE DISEÑO

River	Length (km)	2 - Year			5 - Year			10 - Year			20 - Year			50 - Year		
		Q	W	D	Q	W	D	Q	W	D	Q	W	D	Q	W	D
A. CHANE-PAILON																
1) Río Chane	12.50	950	97.0	6.0	1213	119.0	6.0	1500	142.0	6.0	1777	164.0	6.0	2143	193.0	6.0
2) Río Pailon	22.50	791	73.0	6.0	978	85.0	6.0	1212	101.0	6.0	1431	116.0	6.0	1718	135.0	6.0
3) Qda. Chane	24.00	591	70.0	5.0	738	84.0	5.0	908	99.0	5.0	1073	114.0	5.0	1278	132.0	5.0
4) Qda. El Toro	8.00	663	64.0	5.0	809	75.0	5.0	995	88.0	5.0	1173	101.0	5.0	1404	117.0	5.0
5) Qda. Las Chacras	3.80	407	44.0	4.5	483	49.0	4.5	584	57.0	4.5	681	64.0	4.5	807	72.0	4.5
	14.20	226	36.0	3.5	293	44.0	3.5	353	50.0	3.5	410	56.0	3.5	485	64.0	3.5
	16.00	328	53.0	4.0	420	64.0	4.0	503	74.0	4.0	583	84.0	4.0	688	96.0	4.0
	20.50	262	44.0	3.0	365	57.0	3.0	440	67.0	3.0	513	76.0	3.0	607	68.0	3.0
	16.00	199	36.0	3.0	270	45.0	3.0	326	52.0	3.0	379	59.0	3.0	449	68.0	3.0
B. SAN JUAN - ANTOFAGASTA																
1) Arroyo Yapacanicito	2.80	141	35.0	3.0	181	42.0	3.0	213	47.0	3.0	244	53.0	3.0	284	59.0	3.0
2) Arroyo Jochi	11.30	111	29.0	3.0	140	35.0	3.0	165	39.0	3.0	189	43.0	3.0	220	48.0	3.0
	8.40	162	30.0	0.5	163	30.0	3.5	194	34.0	3.5	225	57.0	3.5	263	42.0	3.5
	4.20	112	22.0	3.5	148	25.0	3.5	174	28.0	3.5	200	30.0	3.5	232	33.0	3.5
3) Arroyo Tacuara	7.70	169	26.0	4.0	164	26.0	4.0	194	28.0	4.0	223	30.0	4.0	260	33.0	4.0

NOTE: Q: Design discharge (m³/s)
W: Surface width of channel (m)
D: Depth of channel (m)

TABLA 8.2.2 AREA PROMEDIO ANUAL PROTEGIDA DE PROBABLES INUNDACIONES PARA LA DETERMINACION DE LA ESCALA DE DISEÑO

1. CHANE-PAILON (Unit: km²)

Area	Design Scale (Year)				
	2	5	10	20	50
1) Rio Chane	93.3	106.0	107.4	107.4	107.4
2) Rio Pailon	107.4	182.6	190.0	197.7	209.3
3) Qda. Chane	56.9	81.1	100.7	112.4	123.2
4) Chane-Chacras	233.1	296.8	318.9	318.9	318.9
Total Protected Area	490.7	666.5	717.0	736.4	758.8
Annual Average Protected Area	245.3	378.7	450.4	487.2	502.3

2. SAN JUAN-ANTOFAGASTA (Unit: km²)

Area	Design Scale (Year)				
	2	5	10	20	50
1) San Juan	60.6	99.4	118.5	132.5	150.8
2) Antofagasta	128.0	160.1	180.8	197.4	217.6
Total Protected Area	188.6	259.5	299.3	329.9	368.4
Annual Average Protected Area	94.3	146.2	176.1	192.6	200.0

TABLA 8.3.1(1) TRABAJOS DE MITIGACION DE INUNDACIONES Y
DE MEJORAMIENTO DEL DRENAJE (1/2)
ALTERNATIVA I

Project/Sub-project	River Improvement		Main Drainage		Secondary Drainage (km ²)	Bridge (Nos.)	Culvert (Nos.)	Diversion Weir (Nos.)	Land Acquisition (ha.)	Retarding Basin (km ²)
	River	Length (km)	Improve. (km)	Rehabili. (km)						
1. CHANE - PAILON		137.50	57.00	0.00	481.00	21	78	0	1550.0	141.5
1-1 RIO CHANE	Rio Chane	55.00	0.00	0.00	0.00	5	0	0	222.0	0.0
	Acc.0.00 - 8.00 km	8.00								
	Acc.8.00 - 35.00 km	27.00								
1-2 RIO PAILON	Rio Pailon	32.00	6.50	0.00	50.00	1	8	0	383.0	116.5
		32.00								
1-3 QUEBRADA CHANE	Qda. Chane	34.00	8.00	0.00	0.00	1	0	0	290.0	25.0
	Qda. Toro	18.00								
	Qda. Chacras	16.00								
1-4 CHANE - CHACRAS		36.50	21.50	0.00	284.00	12	43	0	445.0	0.0
		36.50								
1-5 OKINAWA DRAINAGE		0.00	21.00	0.00	147.00	2	27	0	210.0	0.0
2. SAN JUAN - ANTOFAGASTA		34.40	17.10	34.20	212.00	6	36	4	487.0	0.0
2-1 SAN JUAN	Arroyo Yapacanicito	14.10	7.10	34.20	115.00	3	17	4	174.0	0.0
		14.10								
2-2 ANTOFAGASTA	Arroyo Jochi	20.30	10.00	0.00	97.00	3	19	0	313.0	0.0
	Arroyo Tacuaral	12.60								
		7.70								

TABLA 8.3.1(2) TRABAJOS DE MITIGACION DE INUNDACIONES Y DE MEJORAMIENTO DEL DRENAJE (2/2) ALTERNATIVA II

Project/Sub-project	River Improvement		Main Drainage		Bridge (Nos.)	Culvert (Nos.)	Diversion Weir (Nos.)	Land Acquisition (ha.)	Retarding Basin (km ²)
	River	Length (km)	Improve. (km)	Rehabili. (km)					
1. CHANE - PAILON		102.50	57.00	0.00	16	78	0	1328.0	141.5
1-1 RIO CHANE		0.00	0.00	0.00	0	0	0	0.0	0.0
1-2 RIO PAILON	Rio Pailon	32.00 32.00	6.50	0.00	1	8	0	383.0	116.5
1-3 QUEBRADA CHANE	Qda. Chane Qda. Toro	34.00 18.00 16.00	8.00	0.00	1	0	0	290.0	25.0
1-4 CHANE - CHACRAS	Qda. Chacras	36.50 36.50	21.50	0.00	12	43	0	445.0	0.0
1-5 OKINAWA DRAINAGE		0.00	21.00	0.00	2	27	0	210.0	0.0
2. SAN JUAN - ANTOFAGASTA		34.40	51.30	0.00	8	41	0	487.0	0.0
2-1 SAN JUAN	Arroyo Yapacanicito	14.10 14.10	41.30	0.00	5	22	0	174.0	0.0
2-2 ANTOFAGASTA	Arroyo Jochi Arroyo Tacuara	20.30 12.60 7.70	10.00	0.00	3	19	0	313.0	0.0

TABLA 8.3.2 SECCIONES TRANSVERSALES DE DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DEL RIO PARA LA ALTERNATIVA I

River	Length (km)	Water Depth (m)	Width (W.S.) (m)	Bank Slope	Flow Area (m ²)	Design Discharge (m ³ /s)
CHANE-PAILON						
1) Rio Chane	35.00					
Jct. Rio Piray - Jct. Qda. Chacras	12.50	6.0	100.0	1:2	528.0	1500
Jct. Qda. Chacras - Jct. Rio Pailon	22.50	6.0	75.0	1:2	378.0	1212
2) Rio Pailon	32.00					
Jct. Rio Chane - Road 9	24.00	5.0	70.0	1:2	300.0	908
Road 9 - Jct. Arroyo Los Sauces	8.00	5.0	65.0	1:2	275.0	995
3) Qda. Chane	18.00					
Jct. Rio Chane - Jct. Qda. Toro	3.80	4.5	45.0	1:2	162.0	584
Jct. Qda. Toro - Road 9	14.20	3.5	37.0	1:2	105.0	353
4) Qda. El Toro	16.00					
Jct. Qda. Chane - Road 9	16.00	4.0	55.0	1:2	188.0	503
5) Qda. Las Chacras	36.50					
Jct. Rio Chane - Mid-stream	20.50	3.0	45.0	1:2	117.0	440
Mid-stream - Road 9	16.00	3.0	37.0	1:2	93.0	326
SAN JUAN-ANTOFAGASTA						
1) Arroyo Yapacanicito	14.10					
Downstream - Mid-stream	2.80	3.0	35.0	1:2	87.0	213
Mid-stream - Upstream	11.30	3.0	30.0	1:2	72.0	165
2) Arroyo Jochi	12.60					
Down. Swamp - Mid-stream	8.40	3.5	30.0	1:2	80.5	194
Mid-stream - Upstream	4.20	3.5	22.0	1:2	52.5	174
3) Arroyo Tacuaral	7.70					
Down. Swamp - Mid-stream	7.70	4.0	26.0	1:2	72.0	194

Note: 1) Design cross sections are single trapezoidal shapes without flood embankments.

FIGURAS

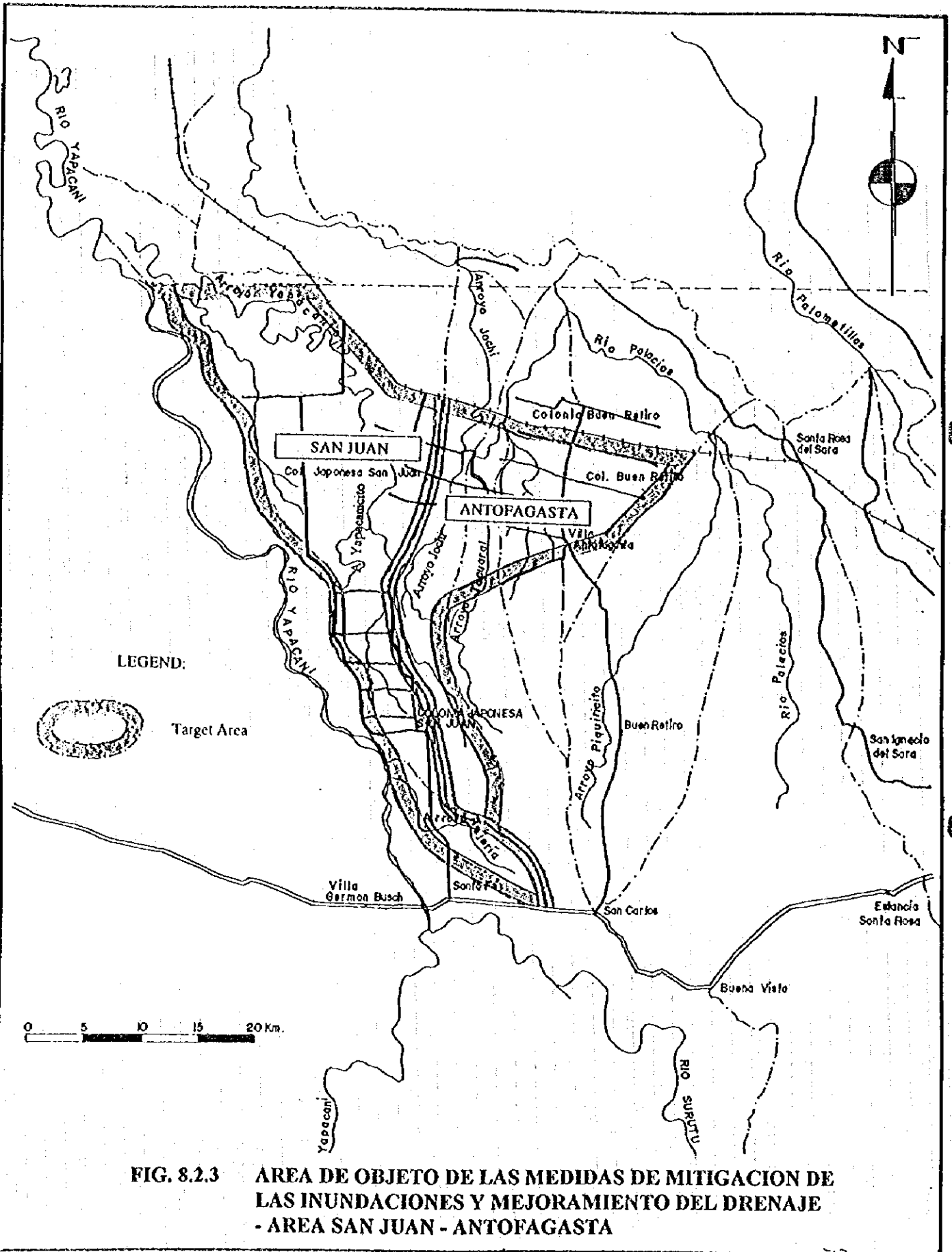
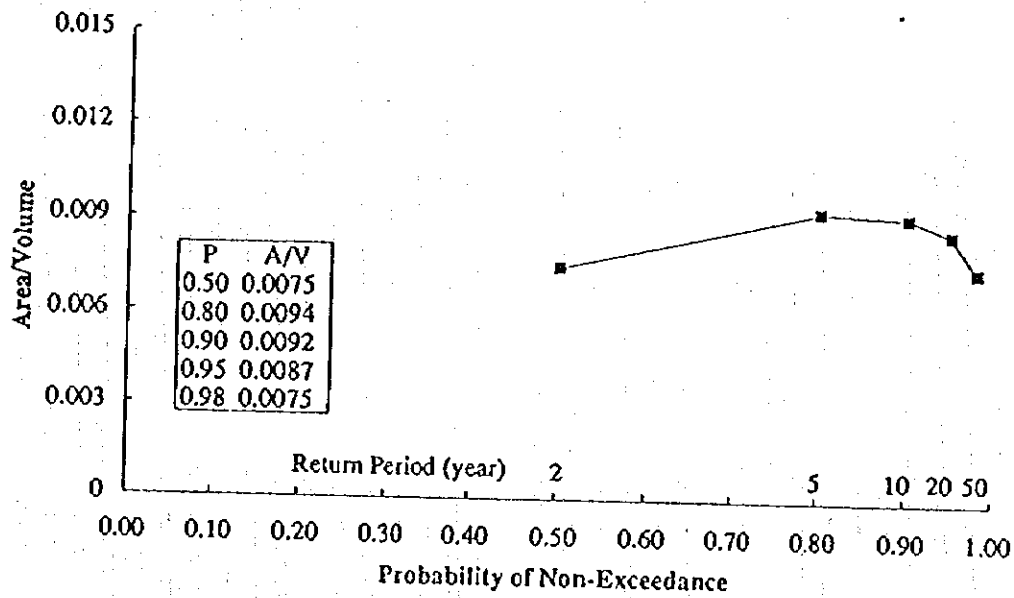
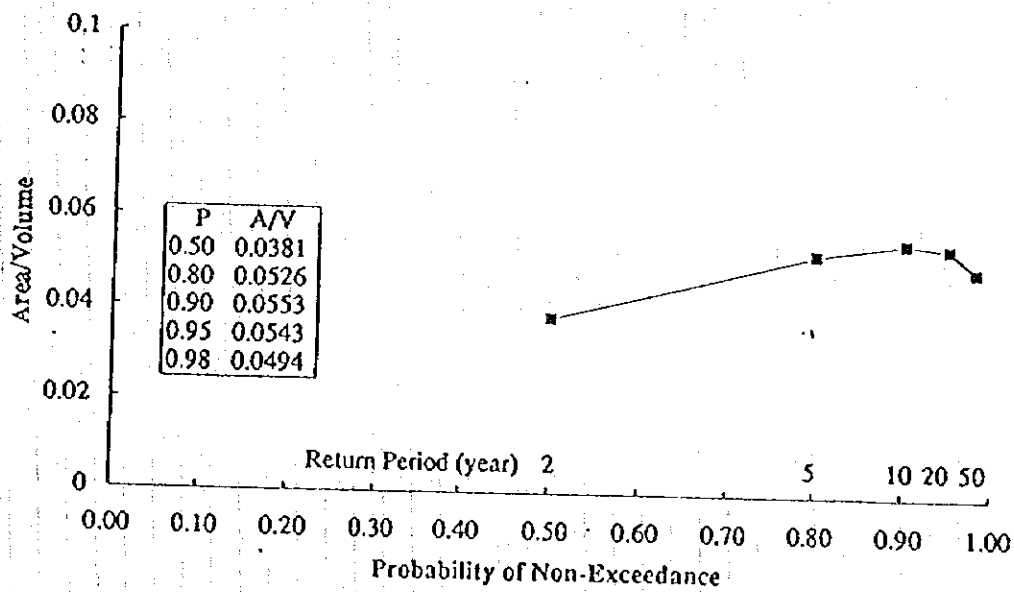


FIG. 8.2.3 AREA DE OBJETO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION DE LAS INUNDACIONES Y MEJORAMIENTO DEL DRENAJE - AREA SAN JUAN - ANTOFAGASTA

Determination of Design Scale for Chane-Pailon



Determination of Design Scale for San Juan - Antofagasta



Note: Area - Annual Average Protected Area
 Volume - Excavation Volume

FIG.8.2.4 DETERMINACION DE LA ESCALA DE DISEÑO

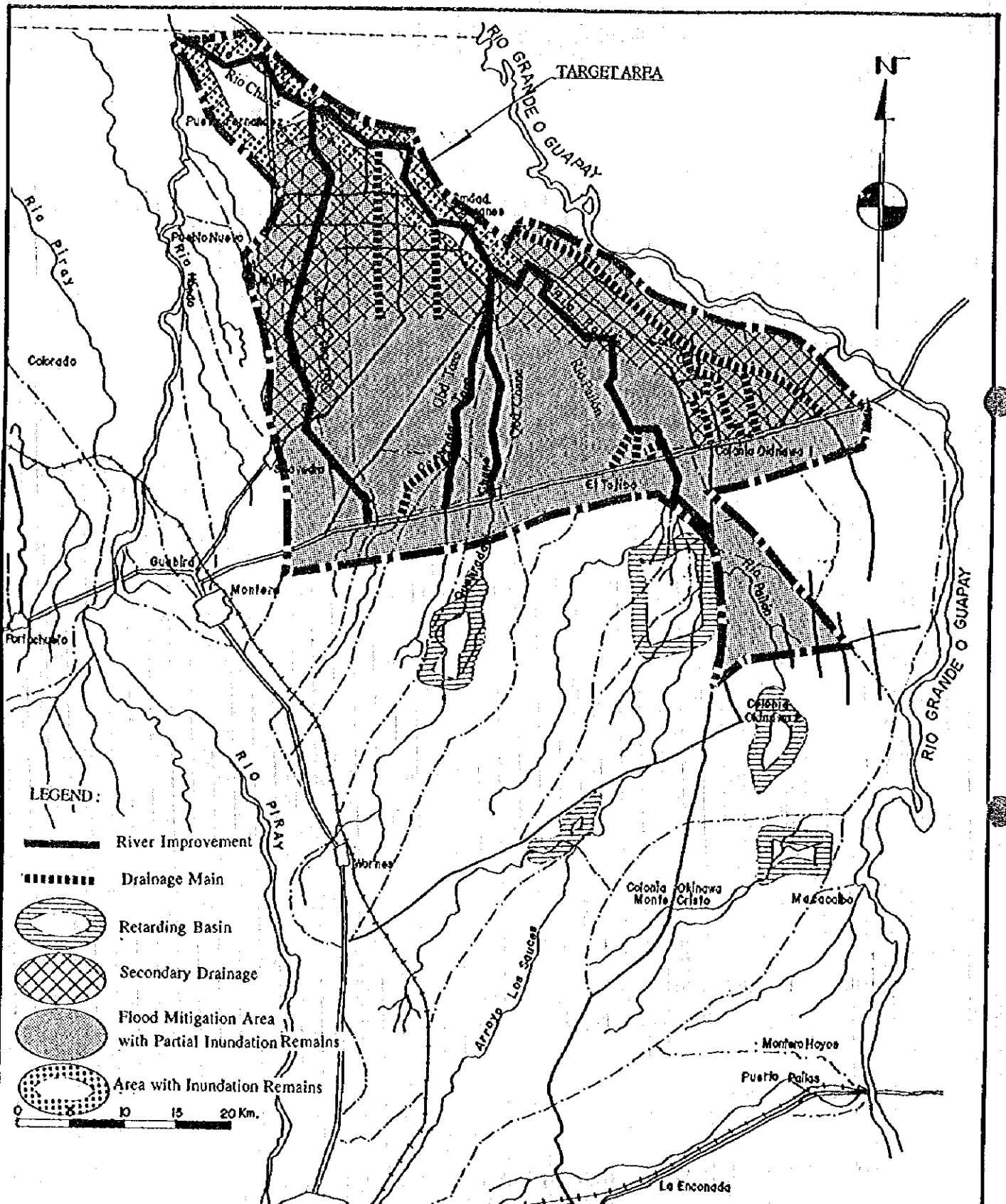


FIG. 8.3.1 CONCEPTO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION DE LAS INUNDACIONES Y DE MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PARA EL AREA OBJETIVA - AREA CHANE - PAILON : ALTERNATIVA I

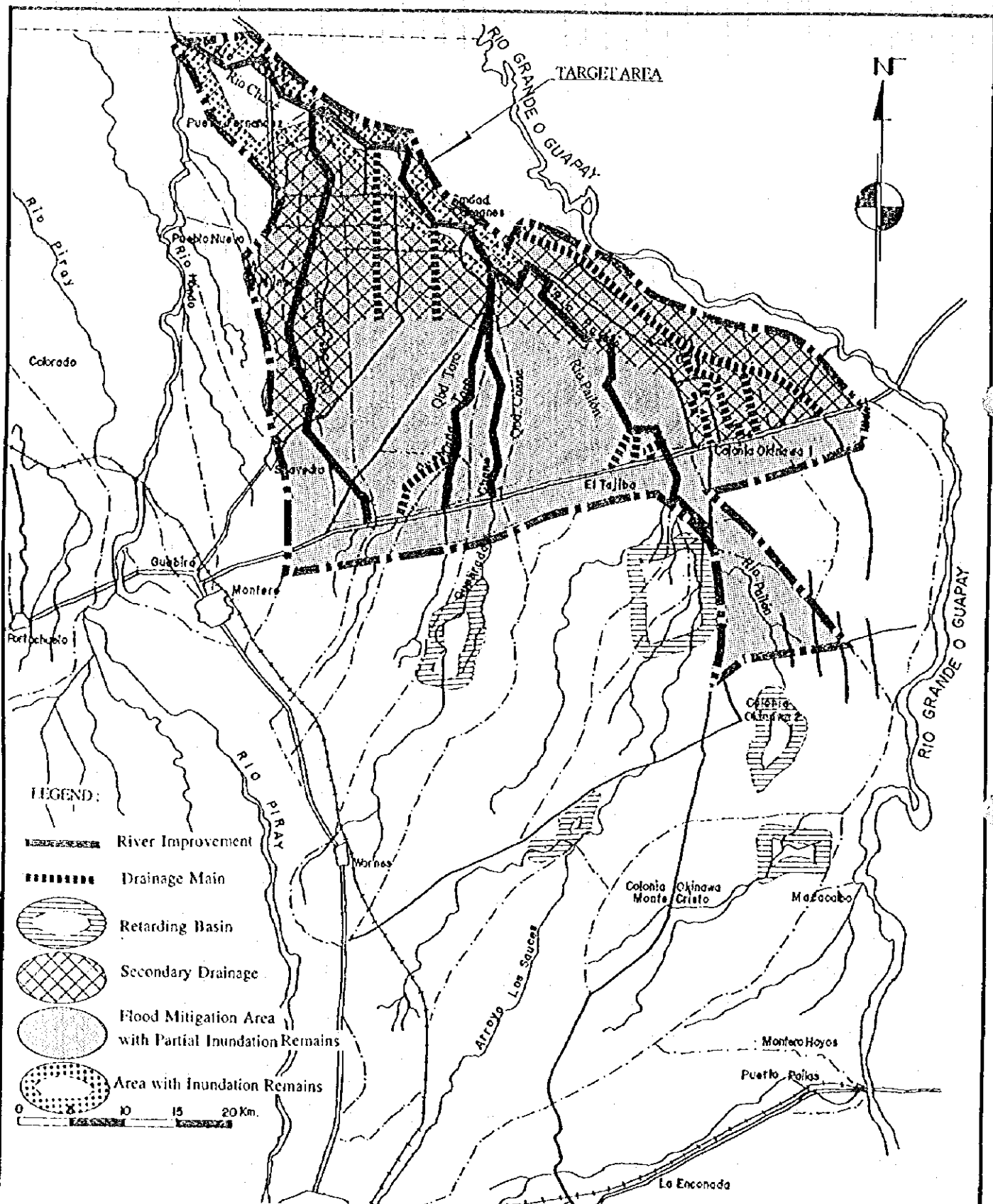
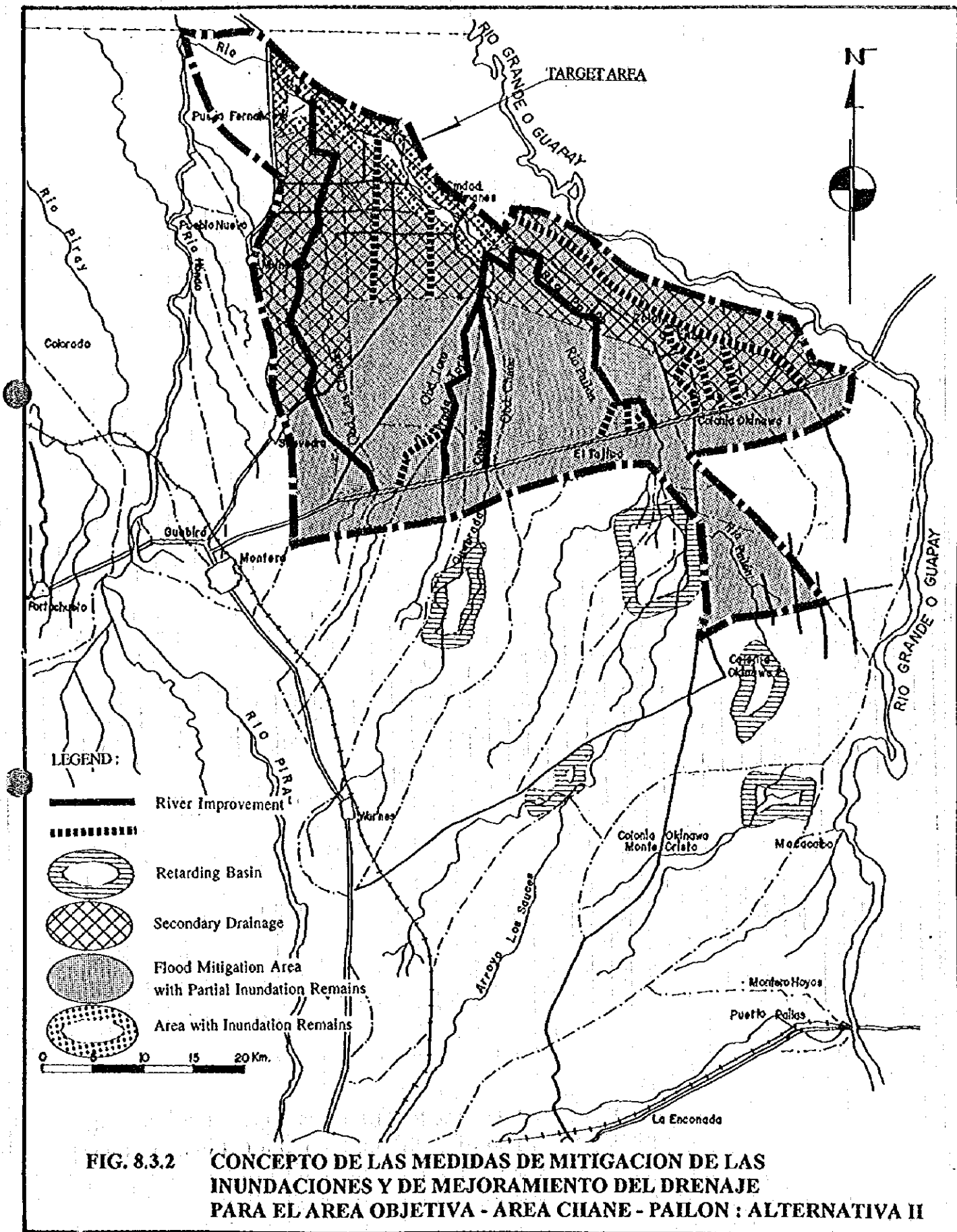


FIG. 8.3.1 CONCEPTO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION DE LAS INUNDACIONES Y DE MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PARA EL AREA OBJETIVA - AREA CHANE - PAILON : ALTERNATIVA I



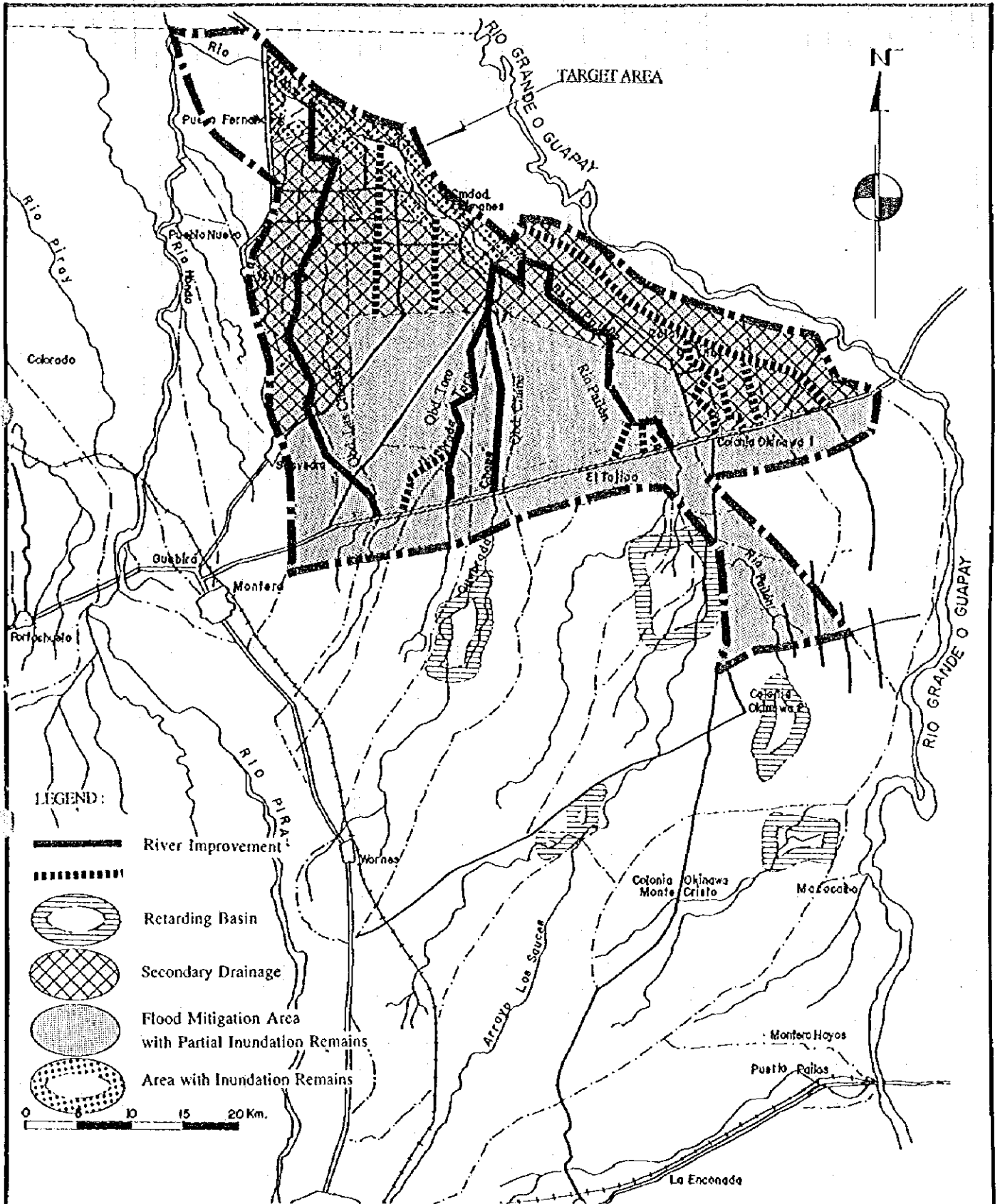


FIG. 8.3.2 CONCEPTO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION DE LAS INUNDACIONES Y DE MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PARA EL AREA OBJETIVA - AREA CHANE - PAILON : ALTERNATIVA II

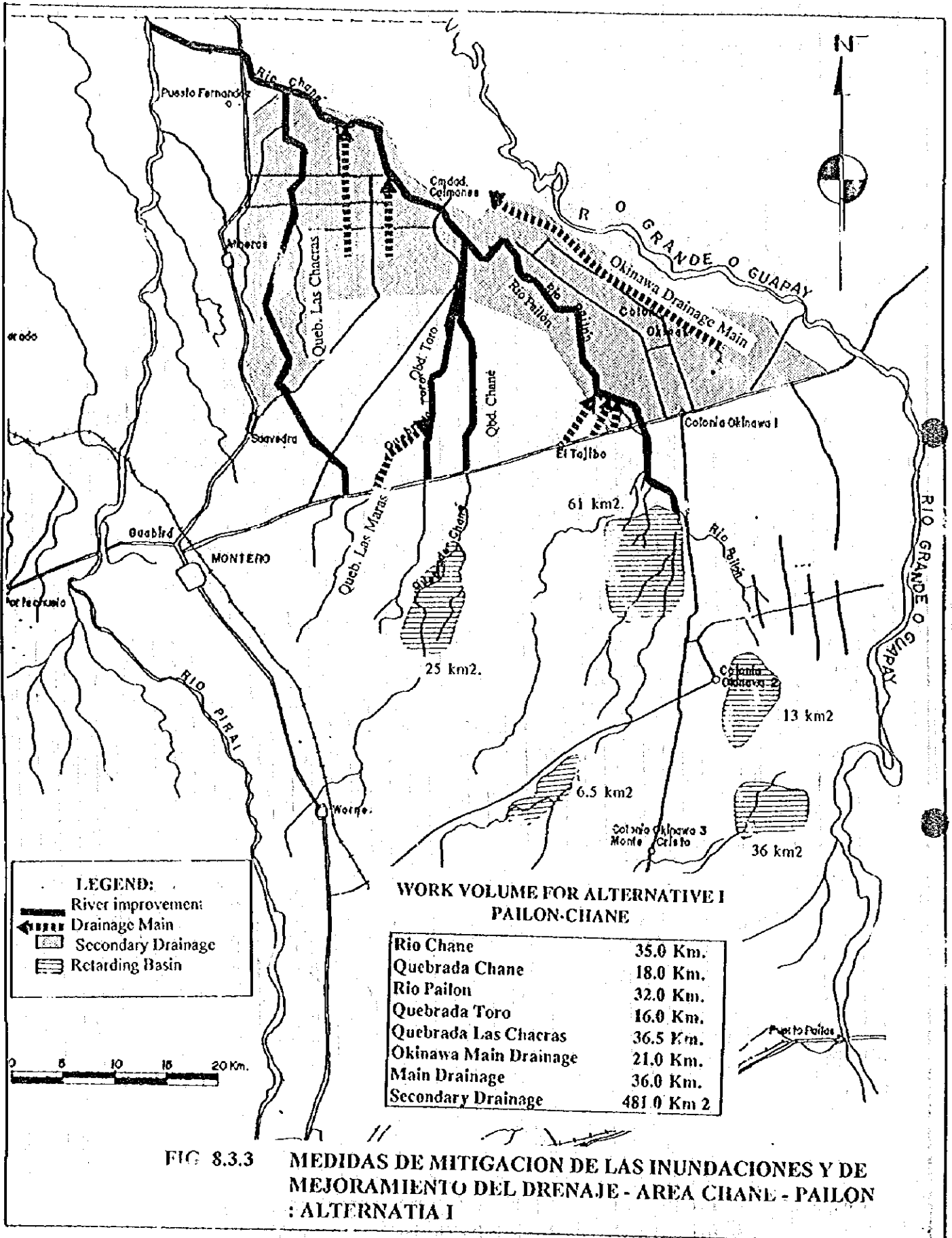


FIG 8.3.3 MEDIDAS DE MITIGACION DE LAS INUNDACIONES Y DE MEJORAMIENTO DEL DRENAJE - AREA CHANE - PAILON : ALTERNATIA I

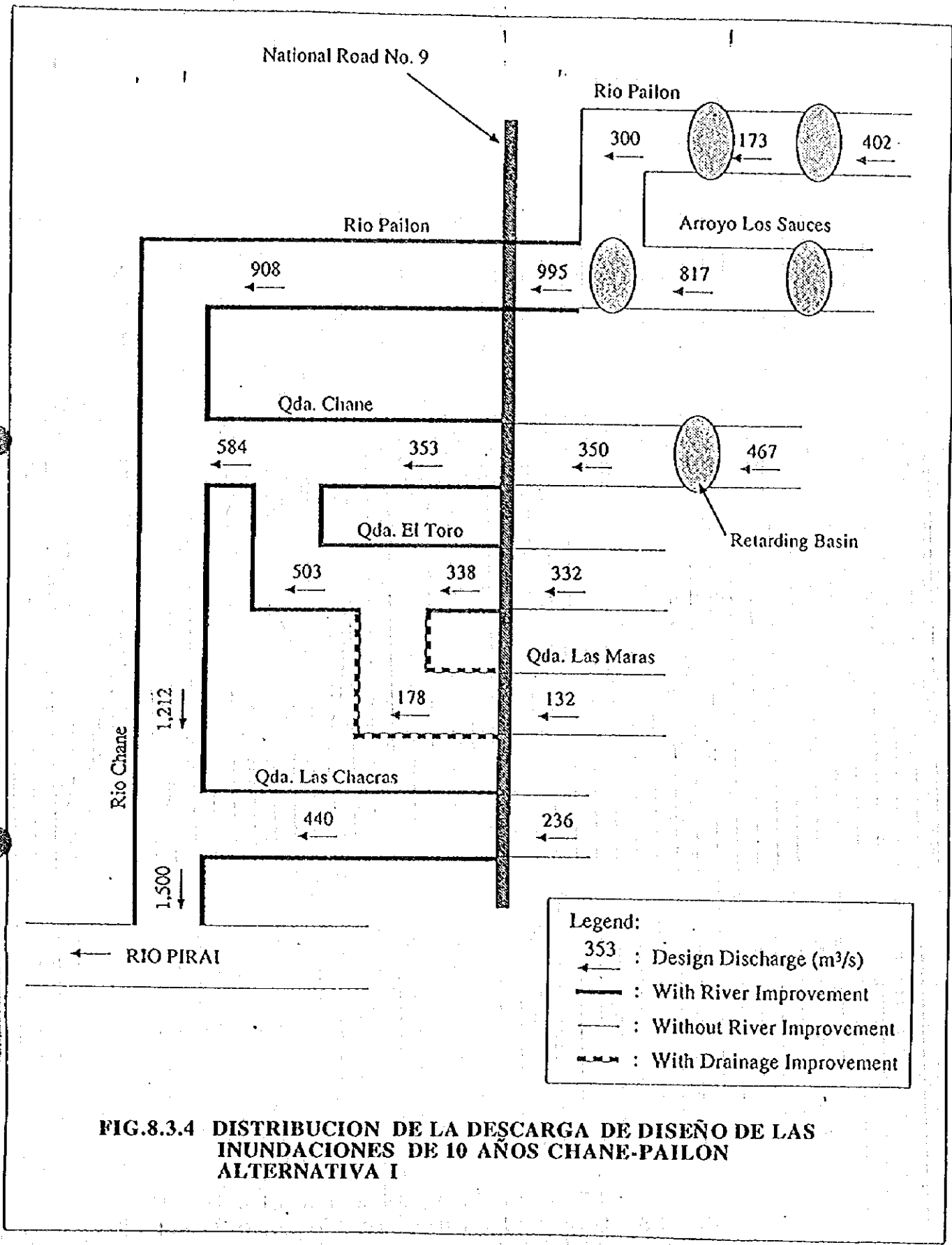


FIG.8.3.4 DISTRIBUCION DE LA DESCARGA DE DISEÑO DE LAS INUNDACIONES DE 10 AÑOS CHANE-PAILON ALTERNATIVA I

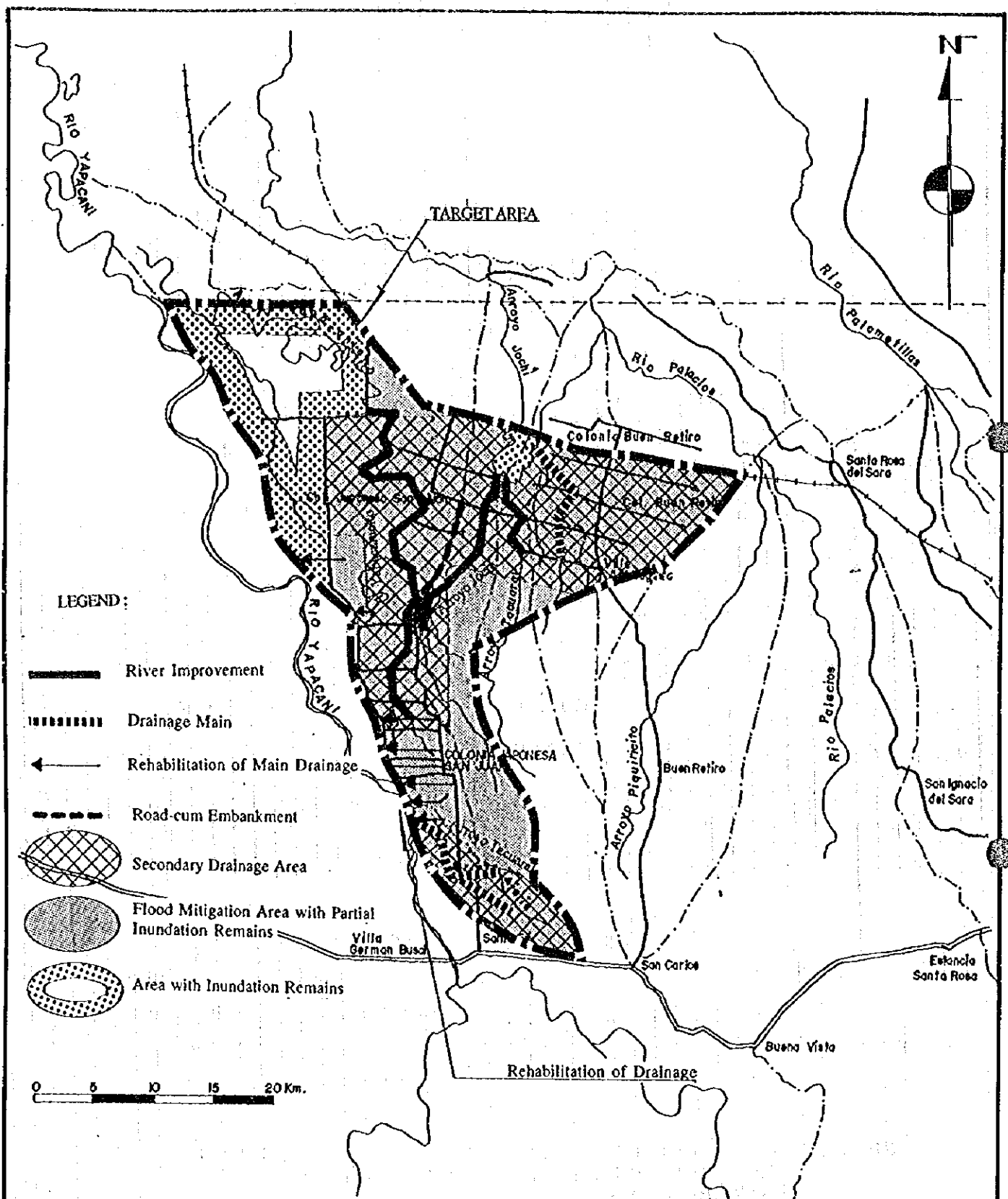
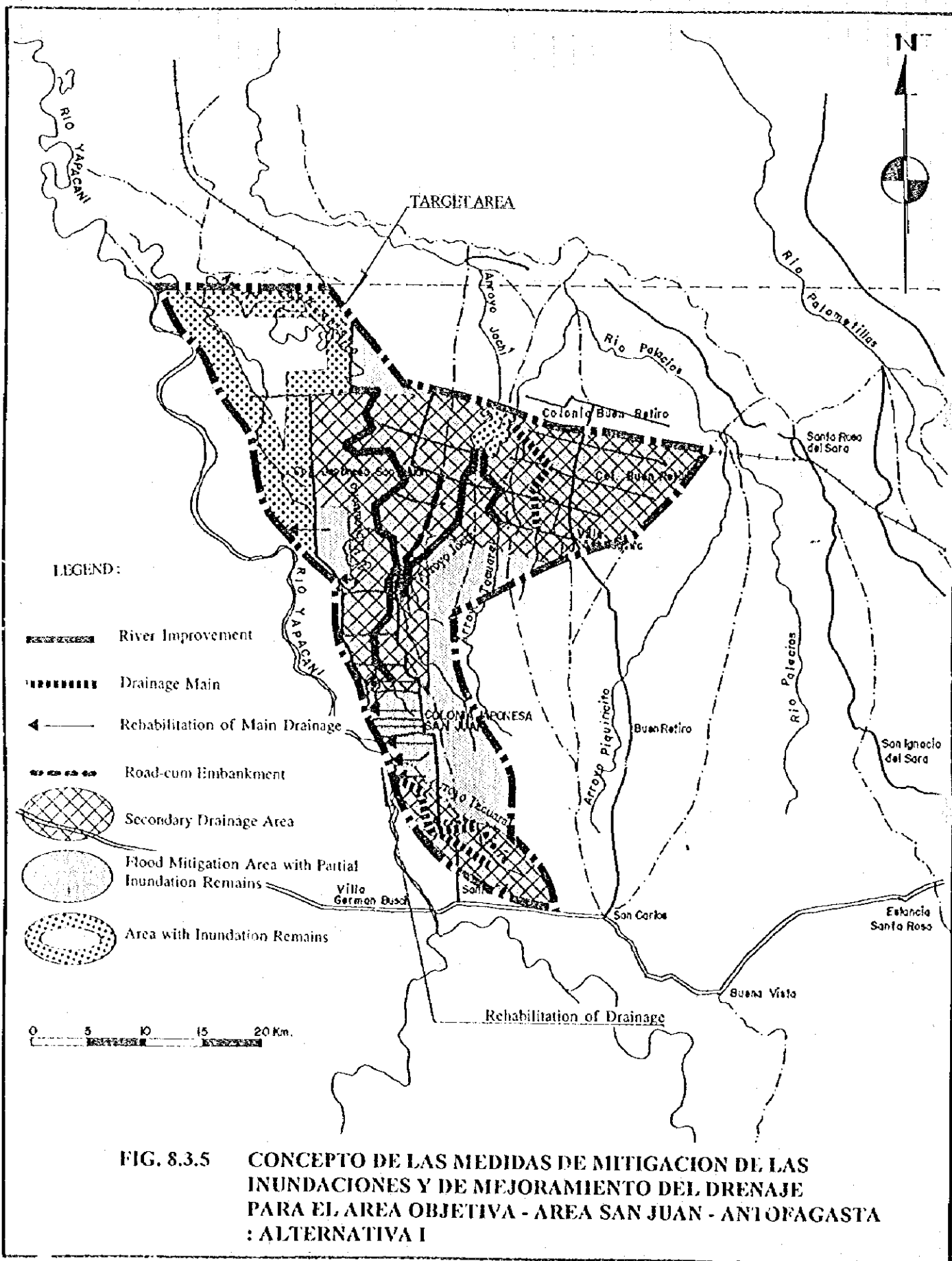


FIG. 8.3.5 CONCEPTO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION DE LAS INUNDACIONES Y DE MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PARA EL AREA OBJETIVA - AREA SAN JUAN - ANTOFAGASTA : ALTERNATIVA I



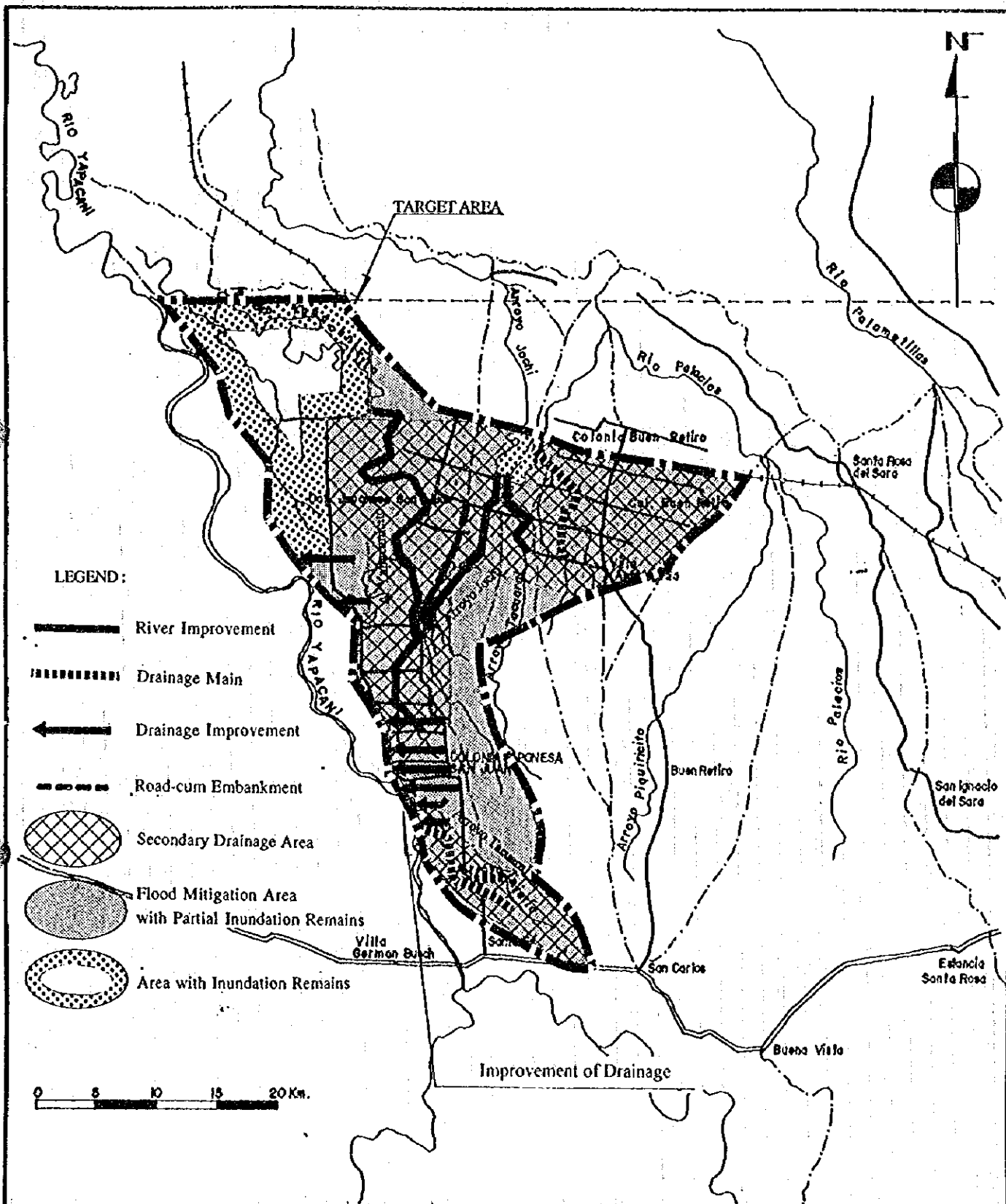


FIG. 8.3.6 CONCEPTO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION DE LAS INUNDACIONES Y DE MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PARA EL AREA OBJETIVA - AREA SAN JUAN - ANTOFAGASTA ; ALTERNATIVA II

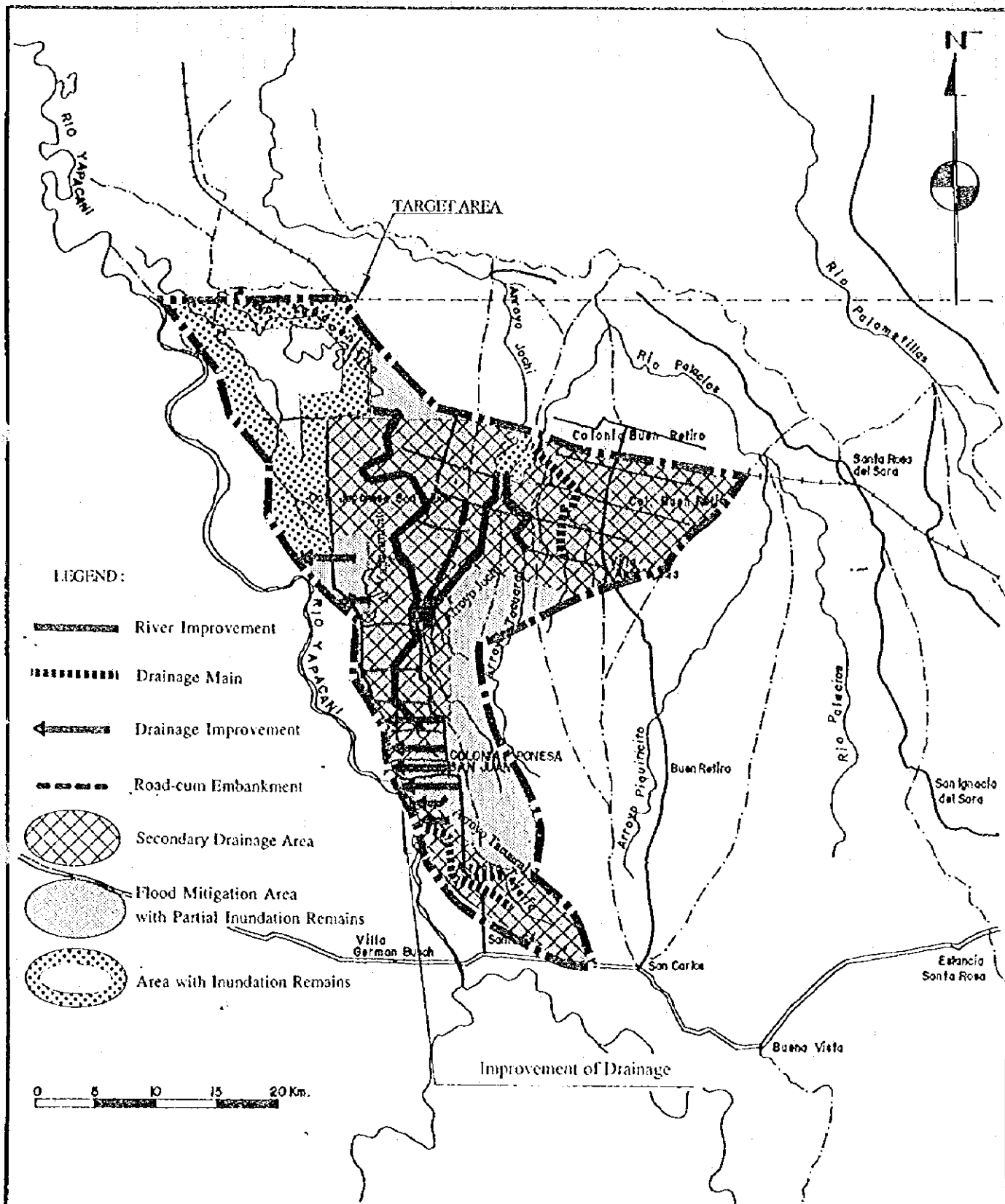


FIG. 8.3.6 CONCEPTO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION DE LAS INUNDACIONES Y DE MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PARA EL AREA OBJETIVA - AREA SAN JUAN - ANTOFAGASTA : ALTERNATIVA II

**WORK VOLUME FOR ALTERNATIVE I
SAN JUAN-ANTOFAGASTA**

Arroyo Yapacanicito	14.1 Km.
Arroyo Jochi	12.6 Km.
Arroyo Tacuaral	7.7 Km.
Main Drainage	52.3 Km.
Secondary Drainage	212.0 Km ²
Road-Cum-Embankment	9.0 Km.

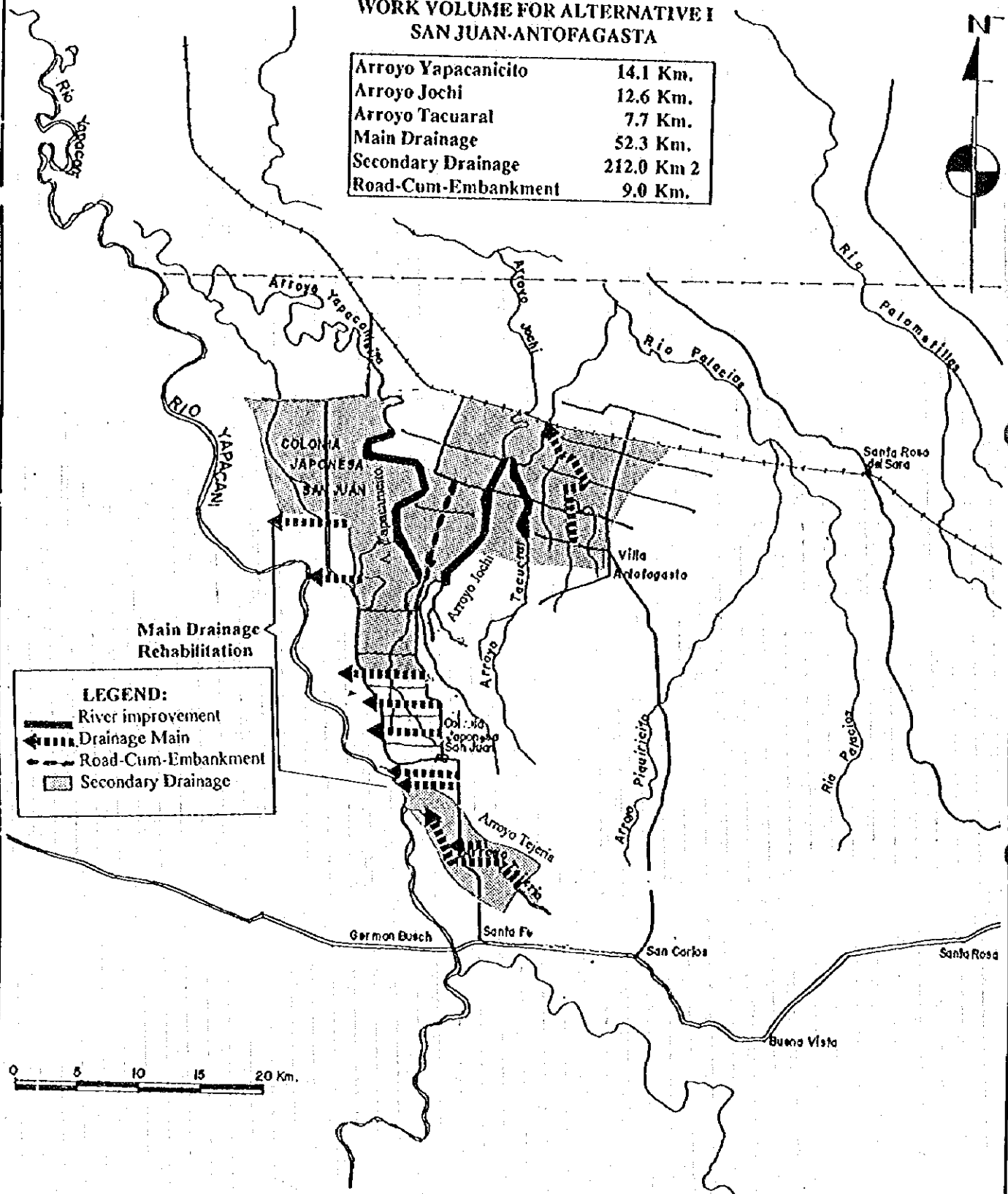
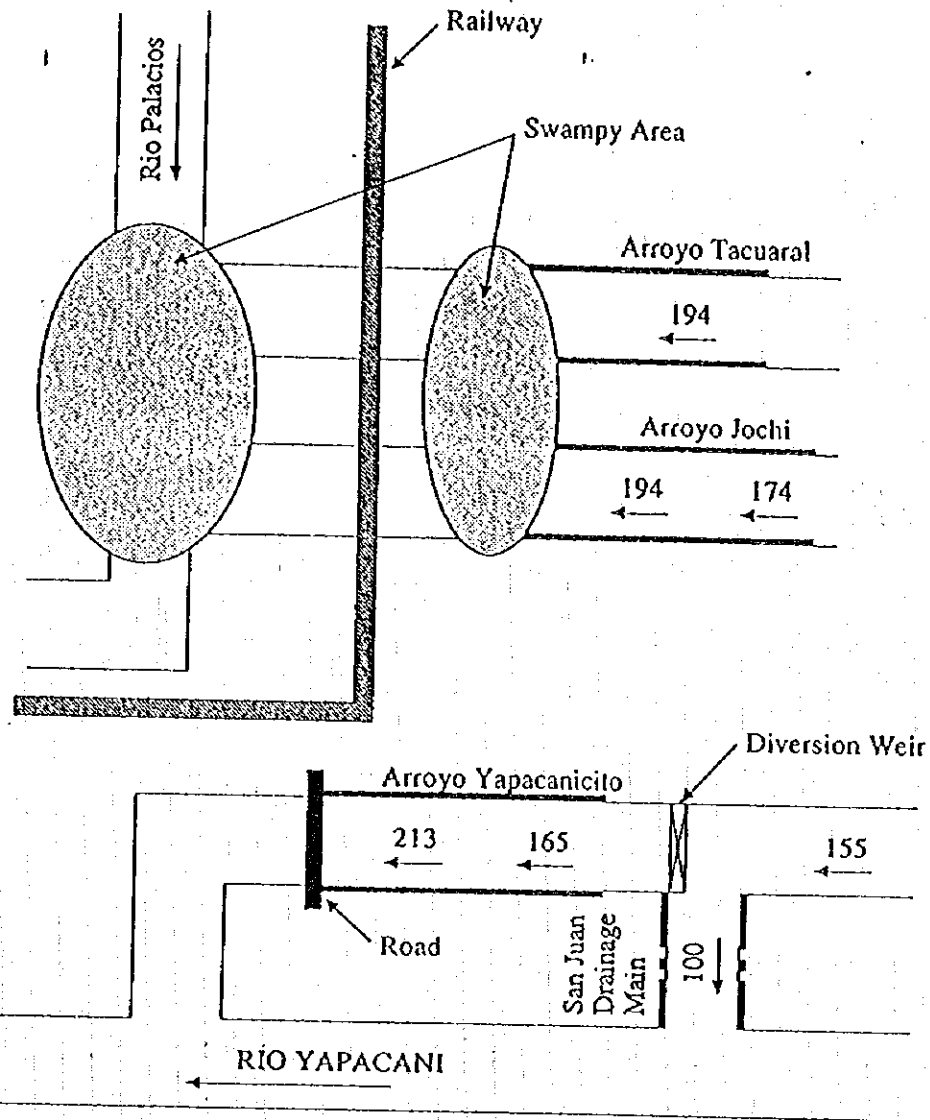


FIG. 8.3.7 MEDIDAS DE MITIGACION DE LAS INUNDACIONES Y DE MEJORAMIENTO DEL DRENAJE - AREA SAN JUAN - ANTOFAGASTA : ALTERNATIVA I

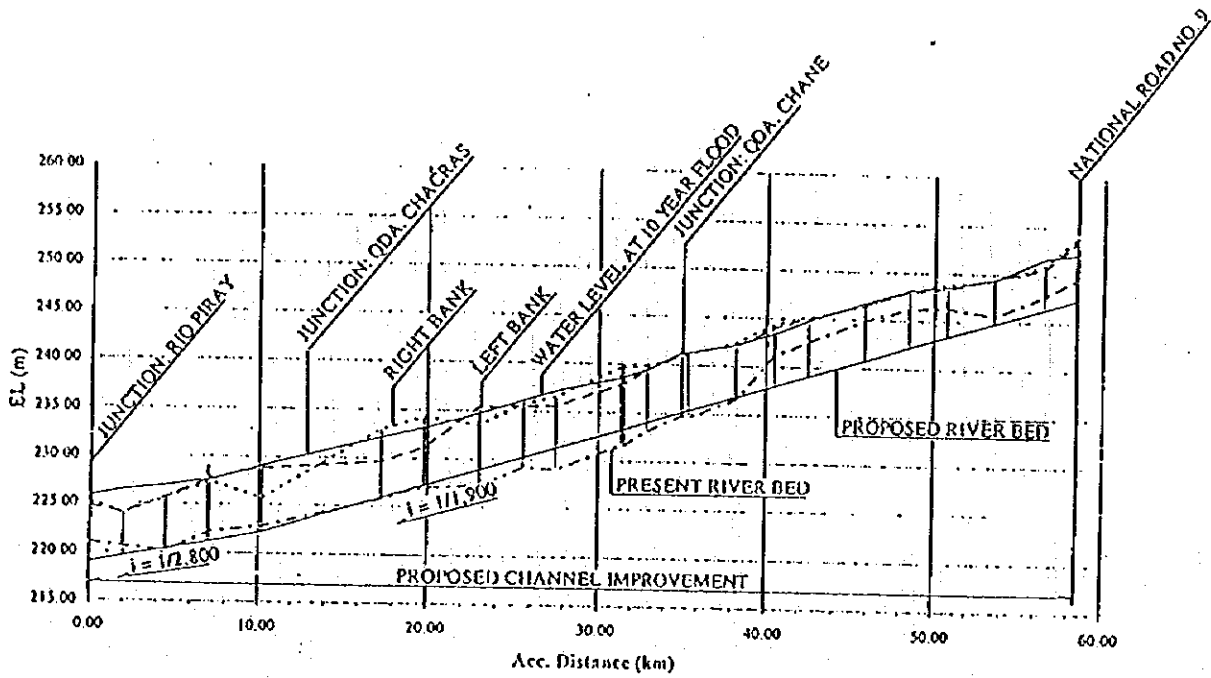


Legend:

- 213 : Design Discharge (m^3/s)
- ← : With River Improvement
- : Without River Improvement
- - - : Rehabilitation of Drainage

FIG.8.3.8 DISTRIBUCION DE LA DESCARGA DE DISEÑO DE LAS INUNDACIONES DE 10 AÑOS SAN JUAN-ANTOFAGASTA: ALTERNATIVA I

RIO CHANE - RIO PAILON



QDA. CHANE

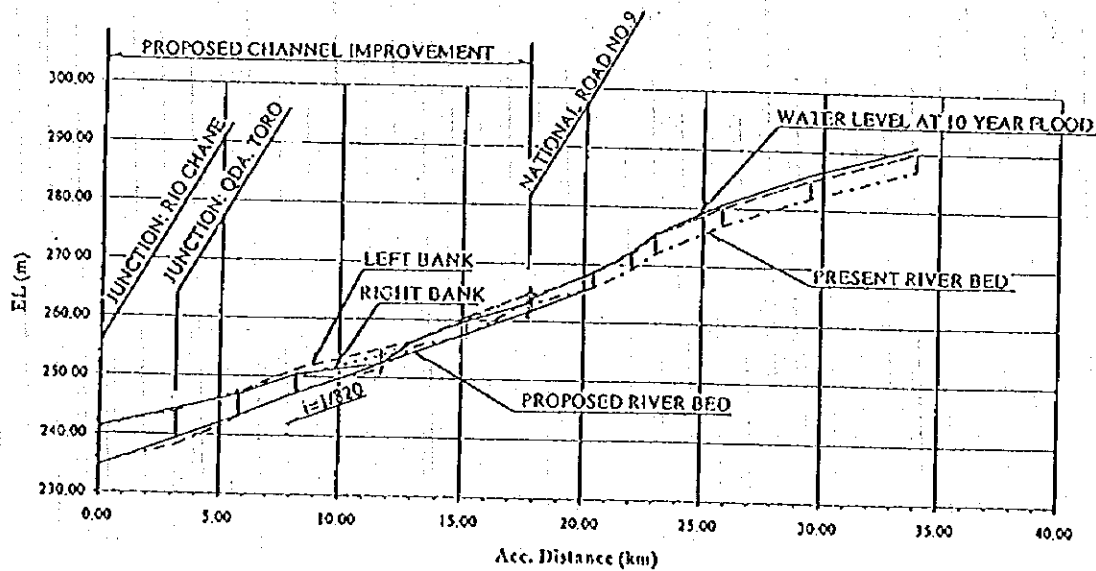
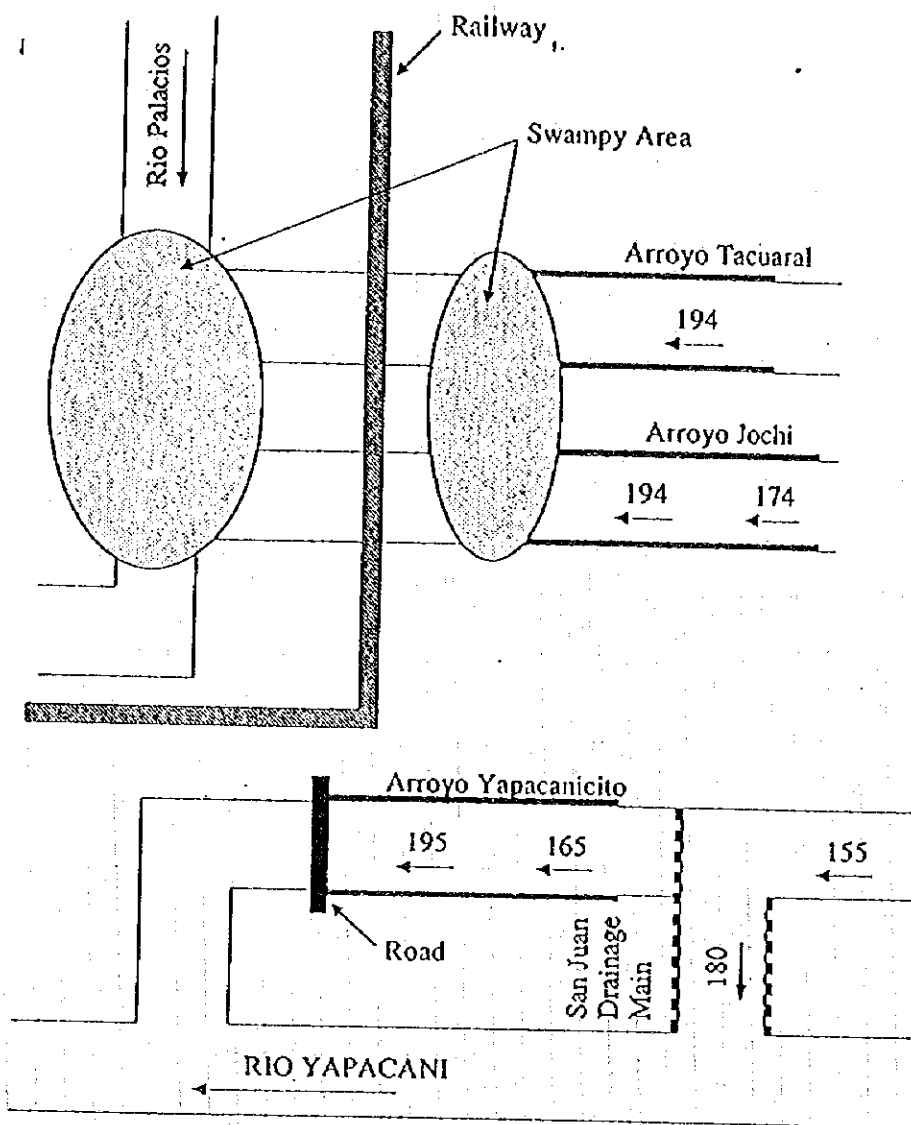


FIG.8.3.9 DISEÑO DEL PERFIL LONGITUDINAL DEL MEJORAMIENTO DEL RIO CHANE-PAILON: ALTERNATIVA I



Legend:

- 195 : Design Discharge (m³/s)
- ← : With River Improvement
- : Without River Improvement
- - - : Rehabilitation of Drainage

FIG.8.3.10 DISTRIBUCION DE LA DESCARGA DE DISEÑO DE LAS INUNDACIONES DE 10 AÑOS SAN JUAN-ANTOFAGASTA: ALTERNATIVA II

CAPITULO 9
MEJORAMIENTO DEL DRENAJE

CAPITULO 9 MEJORAMIENTO DEL DRENAJE

9.1 Aspectos Generales

Las condiciones de drenaje del área de estudio están sin desarrollar y limitadas por la topografía del suelo. La topografía es suave, pero las tierras onduladas y deprimidas se desplazan en forma extensa por el área de Estudio. Predominan suelos medianos a ligeramente pesados de baja permeabilidad. Las corrientes naturales no se desarrollaron en el área de estudio y las existentes son incapaces de drenar el agua proveniente de fuertes precipitaciones desde sus áreas de captación y drenaje. La topografía y la baja permeabilidad empeoran el problema de drenaje del área de estudio.

Para mejorar esta situación, se estudiaron medidas para optimizar el sistema de drenaje de las tierras agrícolas, además de las medidas de mitigación de las inundaciones.

9.2 Sistemas y Obras Actuales de Drenaje

9.2.1 Condiciones Actual del Sistema de Drenaje

El sistema de drenaje dentro de las tierras agrícolas del área de estudio no está adecuadamente desarrollado. Solo existen pequeños canales de drenaje y sistemas terciarios a nivel de finca, los cuales fueron construidos localmente por los propietarios de los terrenos.

Los principales sistemas existentes de drenaje, desarrollados en forma artificial, son los de la Colonia San Juan y de Okinawa.

En las áreas restantes, el drenaje se descarga por medio de las quebradas. Sin embargo, a veces, estas quebradas son enterradas por las actividades de desarrollo tales como la explotación agrícola y la construcción de caminos con lo que en consecuencia, las condiciones de drenaje empeoran. Los terraplenes del camino, como un gran dique, a menudo causan estancamiento del agua en la parte superior.

Las redes de drenaje se observan en las *Figs. 9.1.1 y 9.1.2.*

9.2.2 Capacidad de Descarga de los Sistemas Actuales de Drenaje

(1) Drenaje Principal de San Juan

El área de San Juan tiene dos sistemas de drenaje que consisten de siete (7) drenes principales. Los sistemas de drenaje tienen capacidad de descargar los caudales para un período de retorno de 2 años. Sin embargo, es probable que la capacidad actual de flujo de los mismos esté deteriorada debido a la tarea inadecuada de mantenimiento, capacidad insuficiente de las alcantarillas y salidas.

(2) Canalización del Drenaje de Okinawa

La capacidad de flujo de los canales principales del sistema de drenaje en Okinawa-1 es menor al caudal del período de retorno de 2 años.

(3) Cursos de los Ríos Naturales

Los Arroyos Yapacanicito, Jochi y Tejería, constituyen los canales principales de drenaje en San Juan y Antofagasta. Las capacidades de descarga de los Arroyos Yapacanicito y Jochi acumulan menos de la mitad del caudal en el período de retorno de 2 años. La capacidad de descarga del Arroyo Tejería es de alrededor del 75% del caudal en el período de retorno de 2 años y esta capacidad es suficiente en las cuencas inferiores ya que el canal es instalado en el terreno con una pendiente tan inclinada como para descargar hacia las aguas del Río Yapacany sin ningún problema.

9.3 Problemas de Drenaje

9.3.1 Ocurrencia

(1) Condición Normal

Las precipitaciones anuales varían localmente entre 1.300 y 1.800 mm en el área de estudio; el área occidental tiene mayor precipitación que el área oriental.

Las precipitaciones mensuales varían desde 40 a 300 mm. Durante los meses de noviembre a febrero, las precipitaciones mensuales exceden 150 mm y el número de días con precipitaciones diaria de más de 1 mm es entre 10 y 15 por mes. Los demás meses tienen menos de 10 días lluviosos.

El problema del drenaje parece ocurrir en estos cuatro meses del año. Sin embargo, a veces, incluso en la estación seca ocurren precipitaciones elevadas.

(2) Precipitaciones Abundantes

Precipitaciones de más de 100 mm por día ocurren casi todos los años. Lluvias de esta cantidad causan inundaciones en depresiones y áreas bajas.

9.3.2 Condiciones Topográficas y del Suelo

(1) Condiciones Topográficas

La forma del suelo en el área de estudio lo clasifica como una planicie aluvial. La pendiente está entre 1/400 a 1/1000. El área de estudio está clasificada en tres categorías de pendientes, como se muestra en la *Fig. 9.3.1*. La figura muestra áreas de menos de 1/1000 en la parte septentrional del área de estudio, desde 1/600 a 1/800 en la parte central y aproximadamente 1/400 en la parte meridional, respectivamente.

La pendiente de la tierra no es sólo muy suave, sino además es irregular por toda el área de estudio. Las tierras bajas y con depresiones están extensamente repartidas por el área, como lo muestra la *Fig. 9.3.2*.

(2) Condición del Suelo

El suelo dominante en la planicie aluvial del área de estudio es un suelo de peso de mediano a pesado ligero sobre un subsuelo pesado ligero o pesado, de poca permeabilidad debido a la textura.

La condición del suelo también causa el estancamiento del agua por un largo tiempo, en caso de no haber un drenaje suficiente. En la estación lluviosa, el suelo tiende a tener una humedad excesiva.

Las tierras con drenaje pobre están esparcidas por toda el área de estudio y las que han sido identificadas se muestran en la *Fig. 9.3.3*.

9.3.3 Problema del Drenaje de las Precipitaciones

En base a los resultados de la encuesta y del estudio sobre las condiciones topográficas y del suelo, se estudiaron las áreas que se inundan con frecuencia con más de 10 cm por más de un día. Las áreas inundadas están esparcidas formando pequeñas agrupaciones. Se las clasificó y se muestran en la *Fig. 9.3.4*.

En la parte oeste del área de estudio, las áreas con drenaje pobre están distribuidas a lo largo del Rfo Yapacani, la cuenca baja del Rfo Palacios y Rfo Palometillas y sus tributarios. Estas están distribuidas principalmente en las áreas bajas.

Las áreas a lo largo del Arroyo Yapacanicito, Arroyo Jochi y el Arroyo Tacuaral se ven afectadas por inundaciones de estos ríos y también tienen problemas de drenaje.

En la parte central norte, existen áreas que sufren de inundaciones de largo tiempo casi por toda el área. Las áreas entre el Rfo Pirai y la ribera del Rfo Chané se destacan por las inundaciones. El área se inunda principalmente por riadas del Rfo Pirai y del Rfo Chané y tiene el problema de pobre drenaje de las aguas de los temporales.

En el área central sur, las áreas inundadas están esparcidas en pequeños grupos, sin embargo el grado de inundación, indicado por la profundidad de agua y duración de la inundación, es relativamente menor. Estos terrenos no tienen problemas graves de drenaje debido a las favorables condiciones físicas, tales como la elevación de la tierra y pendientes más significativas.

Existe un área inundada a lo largo del lado meridional de la carretera nacional No.9. Los terraplenes de la carretera nacional funcionan como un dique contra las escorrentías de los tramos superiores y, como consecuencia, causan inundaciones. Se prevee que esta inundación se atenuará con la terminación del proyecto de construcción de siete (7) puentes a lo largo de la carretera nacional No.9.

En la parte este del área de estudio, se ha identificado un área de inundación frecuente, a lo largo del Rfo Chané y de la ribera izquierda del Rfo Grande.

En la cuenca del Rfo Pailón, el tramo aguas arriba de la confluencia del Rfo Pailón y del Arroyo Honda, se producen inundaciones frecuentes provocadas por riadas de estos cursos de agua.

En la margen izquierda del Rfo Grande, donde hay un cauce natural del Rfo Grande, se identifica un área que sufre de una inundación destacada que dura bastante tiempo. La cuenca superior del área también sufre de inundaciones frecuentes pero su profundidad y duración son escasas y reducidas.

9.4 Diagnóstico del Area Propuesta para el Mejoramiento del Drenaje

De acuerdo con el plan de mitigación de las inundaciones, las áreas propuestas para el mejoramiento del sistema de drenaje se dividen en las siguientes dos secciones:

- Sección oeste: Area de San Juan Antofagasta
- 1 Area de San Juan, incluyendo el área de bajo Yapacanicito,
 - 2 Area de Antofagasta
- Sección este: Area de Chané Pailón
- 3 Area Las Chacras-Chané
 - 4 Area a lo largo de la ruta No.9
 - 5 Area Pailón
 - 6 Okinawa
 - 7 Otras áreas

(1) Sección Oeste: Area de San Juan Antofagasta

1) Area San Juan

El problema de drenaje es provocado por inundaciones de los arroyos Yapacanicito, Tejería y Jochi.

Para confrontar esta situación se requiere mejorar el canal de los Arroyo Tejería y del Arroyo Yapacanicito y rehabilitar las instalaciones existentes de drenaje. Vale la pena indicar que en la mayor parte de las cuencas bajas del Arroyo Yapacanicito, se requieren medidas no estructurales teniendo en consideración el uso actual de la tierra.

2) Area Antofagasta

Para aliviar el problema de drenaje en el área en que se mejoran los cauces de los ríos, se requiere la mejora de los drenes naturales y el desarrollo de redes secundarias de drenaje.

La zona de las ciénagas de las cuencas inferiores del Arroyo Jochi y del Arroyo Tacuaral se debe usar como una cuenca retardadora para minimizar los probables impactos de las obras de mejora en el área aguas abajo.

La parte oeste del área tiene un problema de drenaje serio y sufre de inundaciones severas de larga duración. Los problemas principales de drenaje son causados por

inundaciones del Arroyo Jochi y el Arroyo Tacuaral y la ausencia del sistema adecuado de drenaje.

3) Otras áreas

El uso de la tierra del área, incluyendo al área de Palacios, es todavía extensiva ocupada principalmente por bosques y pastizales. Se pretende que estas áreas sean protegidas por las medidas no estructurales, ya que los problemas de inundación y drenaje no son todavía significativos.

(2) Sección Este: Area Chané Pailón

1) Area las Chacras-Chané

Para mejorar la situación habitual de las inundaciones y del problema de drenaje, se requiere la mejora de la Quebrada Las Chacras y del Rfo Chané y el desarrollo de redes de drenaje.

2) Area a lo largo de la Ruta 9

Se requieren obras de mejoramiento del canal de Las Maras, Rancho Chico, Chaco y El Empalme ya que se teme que estas áreas sean afectadas por incremento de los caudales ocasionado por la construcción de puentes de la carretera nacional No.9.

3) Area Pailón

El área es afectada por inundaciones provenientes del Rfo Pailón y por la baja densidad de drenaje. Para mejorar la situación, además de mejorar el Rfo Pailón, se necesita consolidar la red secundaria de drenaje.

4) Okinawa

En esta área hay una red de drenaje aunque su capacidad de drenaje de la misma es insuficiente.

El terraplén del camino embalsa el agua en la parte aguas arriba a lo largo de la carretera nacional No.9, y causa una inundación profunda de larga duración. El agua desbordada pasa por encima del camino y causa inundaciones aguas abajo.

Para mejorar los problemas de anegamiento, se requiere construir canales de drenaje que crucen la carretera nacional No.9 para consolidar una red de drenaje. El que se supone que es un cauce viejo del Rfo Grande debe ser usado como una canalización para el drenaje.

5) Otras áreas

Estas áreas abarcan zonas ubicadas en las cuencas superiores del Rfo Pailón y los tributarios del Rfo Chané. Estas áreas también confrontan problema de inundaciones locales y de drenaje, pese a que los daños ocasionados por ellos no son tan significativos como en otras áreas. Algunas de las áreas inundadas habituales, o ciénagas, podrán ser utilizadas como un embalse retardador. Para mejorar y estabilizar el área, se requieren poner en marcha unas medidas no estructurales tales como la práctica del el uso de la tierra y siembra de cultivos.

9.5 Plan del Mejoramiento del Sistema de Drenaje

9.5.1 Conceptos Básicos

Para atenuar el problema de drenaje, se deben contemplar no solamente las medidas para el mejoramiento del sistema de drenaje sino también las de mitigación de inundaciones.

El concepto básico del plan de mejoramiento del drenaje se muestra en la *Tabla 9.5.1* y en la *Fig. 9.5.1*.

9.5.2 Criterios de Diseño

(1) Profundidad y Duración Permisible de la Inundación para los Cultivos

Como una premisa antes de planificar el mejoramiento del sistema de drenaje, se debe considerar una inundación permisible para los cultivos. De acuerdo con el estudio sobre los daños provocados por inundación realizado por el Equipo del Estudio, esta profundidad de inundación se planea como de 30 cm.

(2) Escala de Diseño

La escala de diseño de las obras del mejoramiento del sistema de drenaje se ha propuesto de la manera siguiente:

La escala de diseño de las obras de drenaje fue determinada para lluvias con período de retorno de 2 a 5 años: con las precipitaciones del período de retorno de 2 años no habría inundación y con las precipitaciones que se producen con el período de retorno de 5 años, la profundidad de la inundación sería la permisible.

(3) Clasificación de los Canales

El canal de drenaje planeado se determina de acuerdo al rol dentro del sistema de drenaje. El canal principal es el canal que descarga aguas de exceso directamente al río drenador y el canal secundario es un canal que drena agua en el canal principal.

(4) Criterios de Diseño

1) Intensidad de precipitaciones

La fórmula de intensidad de precipitaciones dentro de 24 horas está estimada a partir de datos de Santa Cruz y Okinawa-2, basadas en el estudio hidrológico realizado por el Equipo del Estudio.

2) Análisis de Escorrentías

En el análisis de escorrentías de la infraestructura de drenaje planeada, se aplica la fórmula racional que es uno de los métodos convencionales apropiados para cuencas pequeñas.

El retardo del tiempo en la cuenca se estimó mediante la fórmula CBR, desarrollada en los Estados Unidos, la cual se aplica al análisis hidráulico del sistema del río.

El coeficiente de escorrentías de 0,5, se adoptó en el análisis tomando en consideración la condición del área, la cual es una planicie sembrada de cultivos.

3) Análisis de las condiciones de flujo

La condición de flujo del canal de drenaje propuesto se evalúa mediante la capacidad de descarga de una sección cruzada. La capacidad de descarga se estimó mediante la fórmula de Manning. En la fórmula, el coeficiente de rugosidad aplicado es 0,030 en el canal propuesto.

9.5.3 Plan de Obras para Medidas Estructurales

(1) Canal principal de drenaje

Los canales principales de drenaje propuestos son los siguientes:

- Arroyo Tejería
- Canal de drenaje San Juan,
- Canal de drenaje Antofagasta,
- Canal de drenaje Chané,
- Canal de drenaje Okinawa.

Con respecto al canal de drenaje San Juan, se planean las dos alternativas siguientes:

a) Alternativa - I

El canal de drenaje se planea en base a su capacidad existente, y se realizará su rehabilitación estructural; el exceso de escorrentía será desviado al Arroyo Yapacanico, mediante una presa derivadora.

b) Alternativa - II

El canal principal se planea para la capacidad total de la escorrentía de diseño de su propia área de captación.

(2) Drenaje Secundario

Se planean canales de drenaje secundarios de la manera siguiente:

- Longitud de cada canal : 2 - 3 km de longitud desde el canal principal o río de drenaje,
- Area de drenaje de cada canal : 5,0 km cuadrados
- Densidad de canales : 0,4 km/km cuadrados

La longitud total del canal de drenaje en cada área se estimó basándose en el caso de estudio de la Cuenca de Drenaje de Chané y la Cuenca de Drenaje de Okinawa.

(3) Canales de Drenaje para Cruzar la Carretera Nacional No.9

El drenaje planeado para mejorar o desarrollar es el siguiente:

- Canal Las Maras,
- Canal Rancho Chico,
- Canal Chaco,
- Canal El Empalme II.

Los canales de drenaje secundarios se diseñan de la misma manera que el canal principal.

El plan estructural de canal principal de drenaje, canales secundarios de drenaje y canales de drenaje para cruzar la carretera No.9 se muestran en la *Tabla 9.5.2* y *Fig. 9.5.2*.

9.5.4 Medidas No Estructurales para la Mejora del Drenaje

Las medidas no estructurales pretenden evitar el deterioro de las áreas con drenaje deficiente a través de medidas adecuadas administrativas en donde medidas estructurales no sean factibles. Se proponen medidas no estructurales desde el punto de vista de la mejora del drenaje, tales como la introducción de un sistema de cultivo resistente al agua así como la instrucción del manejo adecuado de la tierra de cultivo.

a) Introducción del sistema de cultivo resistente al agua

Debido a la situación del drenaje, es importante introducir un programa apropiado de plantación con la finalidad de mitigar los daños causados por las deficientes condiciones del drenaje.

b) Instrucción acerca del manejo adecuado de las tierras de cultivo

Una instrucción acerca del manejo adecuado de las tierras de cultivo para la mejora de las condiciones del drenaje será aplicada al programa de extensión agrícola, como sigue:

- Conservación de los arroyos naturales y pequeños desaguaderos, en las tierras de cultivo en desarrollo.
- Instalación adecuada de los desaguaderos transversales para evitar la obstrucción de las superficies de drenaje.
- Mejora de la permeabilidad en el campo mediante la alteración del método de cultivo.
- Nivelación apropiada de la tierra e introducción de la estribación para prevenir el ahogo de las cosechas.

Aquellas medidas no estructurales para la mejora del drenaje también deberán ser introducidas en las áreas a ser mejoradas mediante medidas estructurales.

El área a la que se le introducirá las medidas no estructurales está clasificada en 4 (cuatro) grupos de acuerdo con el uso de la tierra y la condición del drenaje.

La cuenca baja del Río Chané y la zona de Okinawa 2 pertenecen al Grupo A, el cual está clasificado como un área de cosecha intensiva en las mesetas con graves y medianos problemas de drenaje. Se requiere como medida principal, la administración de las tierras y sistema de cultivo.

La parte surdeste del área en estudio está integrada dentro del Grupo B, que es un área de cosecha intensiva en las mesetas dedicada principalmente al cultivo de la caña de azúcar con medianos y benignos problemas de drenaje. En esta área el manejo de la tierra de cultivo, tal como la conservación de los arroyos naturales y pequeños desaguaderos, constituye la medida principal para la mejora y conservación de la condición del drenaje en el campo.

Las cuencas bajas de Palacios y Palometillas están integradas en el Grupo C, que está caracterizado como un área forestal y de pastoreo con graves y medianos problemas de drenaje, mientras que la cuenca alta de Palacios y la zona alta de la parte sudeste están agrupados en el Grupo D, que se caracteriza por ser un área de pastoreo y de cosecha en alturas con medianos y benignos problemas de drenaje. Para estos grupos, el sistema adecuado de cultivo, tal como la introducción de un programa de plantación apropiado o una variedad de cosechas adecuada para la condición de drenaje, es aplicado como principal medida no estructural para la mejora del drenaje.

En la *Tabla 9.5.3* y *Fig. 9.5.3* se muestran las principales medidas no estructurales.

TABLAS

TABLA 9.5.1 PLAN BASICO DE MEJORAMIENTO DEL DRENAJE

Area	Condition of Drainage	Drained River	Concept for Drainage Improvement
West Part San Juan Area	Drainage Mains are constructed by the colony which function effective for small scale runoff. Water from the outer basin makes inundation condition worse.	Rio Yapacani (Drainage Mains) Arroyo Yapacanicito	To prevent intruding water from outer basin by, <ul style="list-style-type: none"> Improving the capacity of Arroyo Tejeria, Improving the capacity of Arroyo Jochi, Preparing dike between A. Yapacanicito and A. Jochi, To improve drainage capacity. Improving the capacity of Arroyo Yapacanicito, Rehabilitation of existing drainage mains, Developing secondary canal networks. Introducing non-structural measures
Lower Yapacanicito Area	Flooding from A. Yapacanicito and influenced by the back water from Rio Yapacani	Arroyo Yapacanicito	
Antofagasta Area	Flooding from A. Jochi and A. Tacuaral. Lack of drainage network and dam up by road and railway embankment enhances inundation.	Arroyo Jochi Arroyo Tacuaral Rio Palacios	To improve drainage capacity, <ul style="list-style-type: none"> Improving A. Jochi and A. Tacuaral, Providing drainage main at central area, Developing secondary canal networks. To prevent influence of drainage improvement to lower area, the swamp area is conserved as retarding basin. Introducing non-structure measures
Palacios Area		Rio Palacios A. Jochi / A. Tacuaral	
East Part Chacras - Chane Area	Suffered by long and deep inundation caused by flooding from Rio Chane and Quebrada Chacras. This area has a remarkably low density of drainage channel. Lower reach of Rio Chane is influenced by the back water from Rio Piray.	Rio Chane Quebrada Chacras	To improve drainage capacity, <ul style="list-style-type: none"> Improving Quebrada Chacras, Providing drainage mains connected to Rio Chane, Developing secondary drainage networks. Lower Rio Chane area is corresponded by non-structural measures.
Area along Route 9	The condition of the upper side of Route 9 is expected to be improved remarkably by the proposed bridge project. On the other hand, the lower side of Route 9 will have increased discharge from the upper side and inundation deterioration.		To prevent the influence of increased discharge from upper reach, <ul style="list-style-type: none"> Improving existing water courses, Preparing drainage channels connected to bridges which do not have drainage channel.

TABLA 9.5.1 PLAN BASICO DE MEJORAMIENTO DEL DRENAJE

Area	Condition of Drainage	Drained River	Concept for Drainage Improvement
Southern Area of Route 9			Introducing non structural measures
Pailon Area	This area is influenced flooding from Rio Pailon caused by shortage of capacity and drainage problem caused by lack of density of drainage network in the basin.	Rio Pailon	Preparing secondary drainage network while Rio Pailon channel improvement.
Okinawa Drainage Area	Lack of density of drainage network and discharge capacity of drainage main causes element inundation. Route 9 embankment causes dam-up and makes inundation long and deep along the road.	Okinawa Drainage Main → Rio Grande Former Course	<p>Lower Reach from Route 9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Providing drainage main network making full use of existing drainage channel and drain water into Rio Grande Former Course. • Extending lowest reach of drainage channel up to Rio Grande Former Course. <p>Along Route 9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Improving cross drain so as to discharge stagnant water and decrease long and deep inundation. • Discharge at Route 9 is planned to be limited and regulating effect is expected so that water from the upper basin will not bear excess burden to the lower basin. <p>Remained Area</p> <ul style="list-style-type: none"> • The remained area of the upper basin will not benefit remarkably by the drainage main and non-structural measures is planned to be introduced in this area.

TABLA 9.5.2 PLAN DE MEJORAMIENTO DEL DRENAJE MEDIANTE MEDIDAS ESTRUCTURALES

Area	Improvement Plan	Facility Plan		Remained Inundation Depth
		Drainage Main	Secondary Drainage	
SAN JUAN Tejeria Basin	Channel Improvement of Arroyo Tejeria and replacement of cross drains at San Juan Main Road so as to discharge water and prevent water stagnating. Preparing secondary drainage network to correct rainwater and discharge to the drainage main.	Channel improvement of A. Tejeria : L = 7.1 km W = 16.0 ~ 22.0 m D = 3.0 ~ 4.0 m S = 1/2.0 Bridge Replacement 2 pcs	A = 24 km ² L = 7 km W = 12.0 m D = 3.0m Culvert 4pcs	2-year flood no inundation 5-year flood 0.09 m
San Juan Drainage Main (Alternative 1)	Drainage Mains take charge of runoff corresponding to existing discharge capacity, and excess water is planned to overflow to the lower reach and Arroyo Yapacanicito. • Rehabilitation of existing canals Clearing in the canal section and area for maintenance Slope reforming Dredging canal bed • Preparing diversion facility to flow over the excess water to the lower reach and A. Yapacanicito	Rehabilitation of existing canal : L = 34.2 km Diversion weir : B = 8.0 ~ 15.0 m 4 pcs		2-year flood no inundation 5-year flood 0.11 m
(Alternative 2)	Improving and widening existing canal so as to discharge rainwater in own basin by the canal and not to flow over to the lower reach. • Improvement and widening existing canals • Improvement of outlet culvert to Rio Yapacani	Channel improvement : L = 34.2 km W = 14.0 ~ 18.0 m D = 3.0 m S = 1/2.0 Replacement of outlet culverts 3.0 m x 3.0 m x 3 ~ 3.5 m x 3.0 m x 3 5 pcs		2-year flood no inundation 5-year flood 0.15 m

TABLA 9.5.2 PLAN DE MEJORAMIENTO DEL DRENAJE MEDIANTE MEDIDAS ESTRUCTURALES

Area	Improvement Plan	Facility Plan		Remained Inundation Depth
		Drainage Main	Secondary Drainage	
A. Yapacanicito Basin	A. Yapacanicito is planned to be improved in the river improvement plan. Secondary drainage network is planned to be applied.		A = 91 km ² L = 27 km W = 14.0 m D = 3.0 m Culvert 3 pcs	2-year flood no inundation 5-year flood 0.11 m
ANTOFAGATA Antofagasta Basin	A. Jochi and A. Tacuaral are planned to be improved in the river improvement plan. In the east part of Antofagasta area, drainage main is planned to be prepared using existing natural stream so that the density of drained river / drainage main is to be supplemented. Secondary drainage network is also planned to be introduced. For the east part from Antofagasta Main Road, preparing cross drains is recommended.	Antofagasta Drainage Main Channel improvement of natural water course: L = 10.0 km W = 25.0 ~ 28.0 m D = 4.0 m S = 1/7.0 Bridge Replacement 1 pc	A = 97 km ² L = 30 km W = 14.0 m D = 3.0 m Culvert 19 pcs	2-year flood no inundation 5-year flood 0.03 m
CHANE - CHACRAS Q. Chacras Basin	Q. Chacras, which is recognized as drainage-main in this area, is planned to be improved in the river improvement plan. Secondary drainage network to correct rainwater and discharge to the drainage main is planned. Existing branches of the quebrada and natural streams are to be fully used for preparing secondary drainage network.		A = 140 km ² L = 42 km W = 12.0 m D = 3.0 m Culvert 21 pcs	

TABLA 9.5.2 PLAN DE MEJORAMIENTO DEL DRENAJE MEDIANTE MEDIDAS ESTRUCTURALES

Area	Improvement Plan	Facility Plan		Remained Inundation Depth
		Drainage Main	Secondary Drainage	
Chane Drainage Basin	To resolve water stagnant caused by remarkably low density of drainage network in this area, two drainage mains discharging water at Rio Chane are proposed. Secondary drainage network is also proposed to supplement the function of drainage mains.	Chane Drainage Main 1 L = 13.5 km W = 25.0 ~ 35.0 m D = 3.0 ~ 3.5 m S = 1/2.0 Bridge 6 pcs Chane Drainage Main 2 L = 8.0 km W = 25.0 ~ 35.0 m D = 3.0 ~ 3.5 m S = 1/2.0 Bridge 2 pcs	A = 144 km ² L = 44 km W = 12.0 m D = 3.0 m Culvert 22 pcs	2-year flood no inundation 5-year flood 0.16 m
RIO PAILON Rio Pailon Basin	Rio Pailon is planned to be improved in the river improvement plan. To correct water and discharge to the drained river, secondary drainage network is proposed to be introduced in the drainage problem area.		A = 50 km ² L = 16 km W = 12.0 m D = 3.0 m Culvert 8 pcs	
OKINAWA DRAINAGE Okinawa Drainage Basin	Rainwater in the Okinawa Drainage Basin is planned to discharge to Rio Grande. Former Course through Okinawa Drainage Main. Discharge at Route 9 is planned to be limited by cross drain and regulating effect at road embankment is anticipated in the plan so as to mitigate a burden of the lower reach. Secondary drainage network is also proposed to be introduced to enhance the effect of the drainage main.	Okinawa Drainage Main L = 21.0 km W = 16.0 ~ 35.0 m D = 3.0 ~ 4.0 m S = 1/1.5 ~ 1/2.0 Bridge 2 pcs Box Culvert 4 pcs	A = 147 km ² L = 46 km W = 12.0 m D = 3.0 m Culvert 23 pcs	Downstream R9 2-year flood no inundation 5-year flood 0.23 m Upstream R9 2-year flood no inundation 5-year flood 0.94 m

TABLA 9.5.2 PLAN DE MEJORAMIENTO DEL DRENAJE MEDIANTE MEDIDAS ESTRUCTURALES

Area	Improvement Plan	Facility Plan		Remained Inundation Depth
		Drainage Main	Secondary Drainage	
Las Maras	DRAINAGE CHANNEL FOR JICA/SNC BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT Channel Improvement	L = 8.0 km W = 25.0 m D = 3.0 m	S = 1/2.0	
		L = 1.0 km W = 30.0 m D = 3.0 m	S = 1/2.0	
		L = 2.0 km W = 30.0 m D = 3.5 m	S = 1/2.0	
Rancho Chico	Preparing Drainage Channel	L = 3.5 km W = 18.0 m D = 3.0 m	S = 1/2.0	
Chaco	Preparing Drainage Channel			
El Empalme II	Preparing Drainage Channel			

TABLA 9.5.3 MEDIDAS NO ESTRUCTURALES PARA MEJORAMIENTO DEL DRENAJE

Group	Classification	Major Non-structural Measures
Group A	Intensive upland crop area with heavy and middle drainage problem	<p>Introducing appropriate planting program corresponding to the situation of inundation.</p> <p>Instruction of proper farm land management to improve on-farm drainage condition.</p> <p>Conservation of small natural streams on field.</p> <p>Development of cross drain of farm road.</p> <p>Improvement of permeability on field.</p> <p>Land leveling.</p> <p>Introducing ridging to prevent crop submergence.</p> <p>Stabilizing seeding and harvesting time in dry season cropping.</p> <p>Introducing supplemental irrigation.</p>
Group B	Intensive upland crop area mainly for sugarcane with middle and clement drainage problem	<p>Instruction of proper farm land management to improve on-farm drainage condition.</p> <p>Conservation of small natural streams on field.</p> <p>Development of cross drain of farm road.</p> <p>Land leveling.</p> <p>Introducing ridging to prevent crop submergence.</p>
Group C	Forestry and grazing area with heavy and middle drainage problem	<p>Introducing appropriate planting program corresponding to the situation of inundation.</p> <p>Abstention from large scale development.</p>

TABLA 9.5.3 MEDIDAS NO ESTRUCTURALES PARA MEJORAMIENTO DEL DRENAJE

Group	Classification	Major Non-structural Measures
Group D	Grazing and upland crop area with middle and clement drainage problem	<p>No remarkable damage from drainage problem at present condition.</p> <p>To preserve the present land use condition so as not to increase runoff and put a discharge to the lower reaches.</p>
Structural Measures Introduced Area		<p>Instruction of proper farm land management to improve on-farm drainage condition.</p> <p>Conservation of small natural streams on field.</p> <p>Development of cross drain of farm road.</p> <p>Land leveling.</p> <p>Introducing ridging to prevent crop submergence.</p>
(Retarding Basin)		<p>Prohibition of intensive and large scale development to conserve the function of retarding basin in the river basin.</p>

FIGURAS



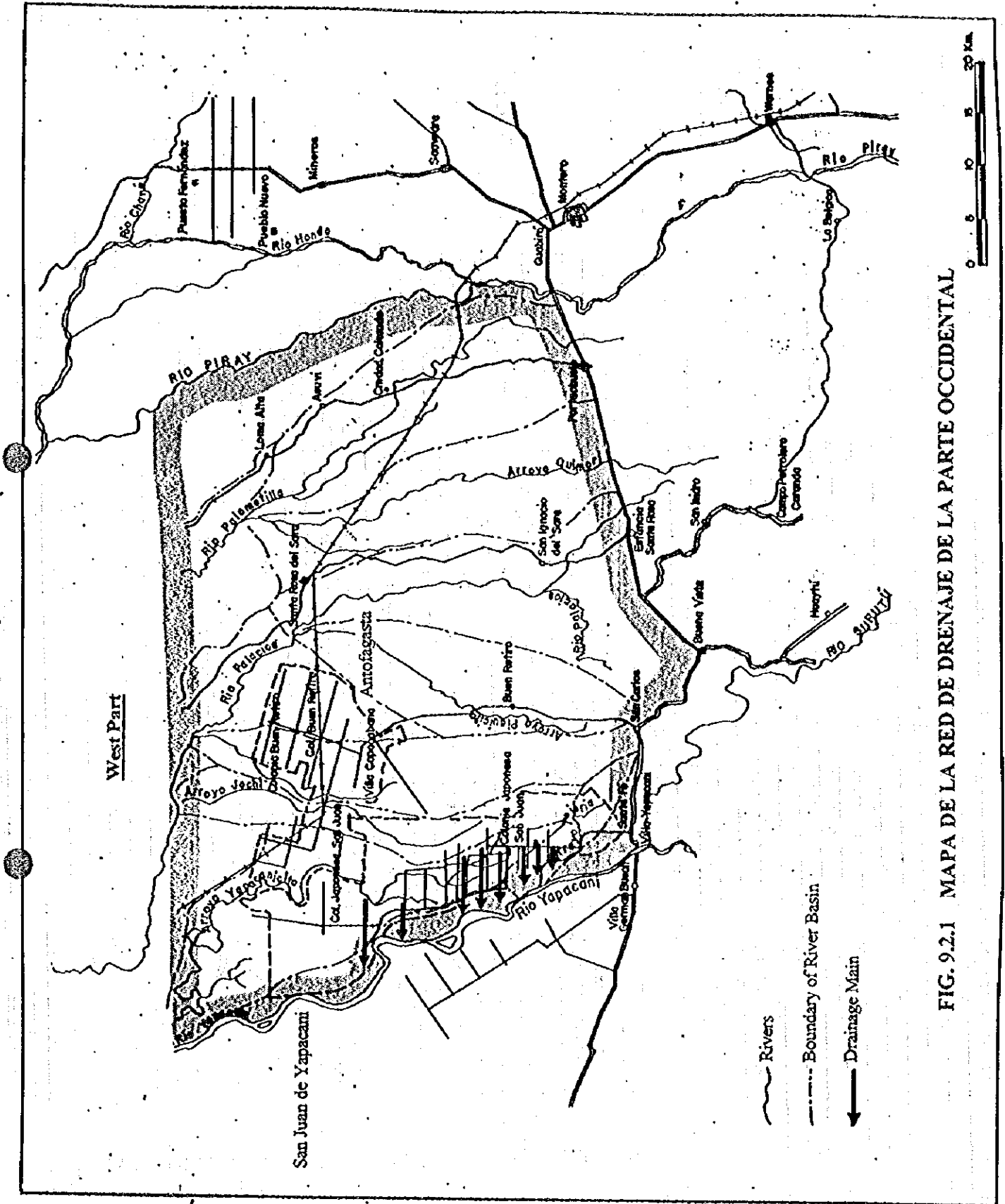
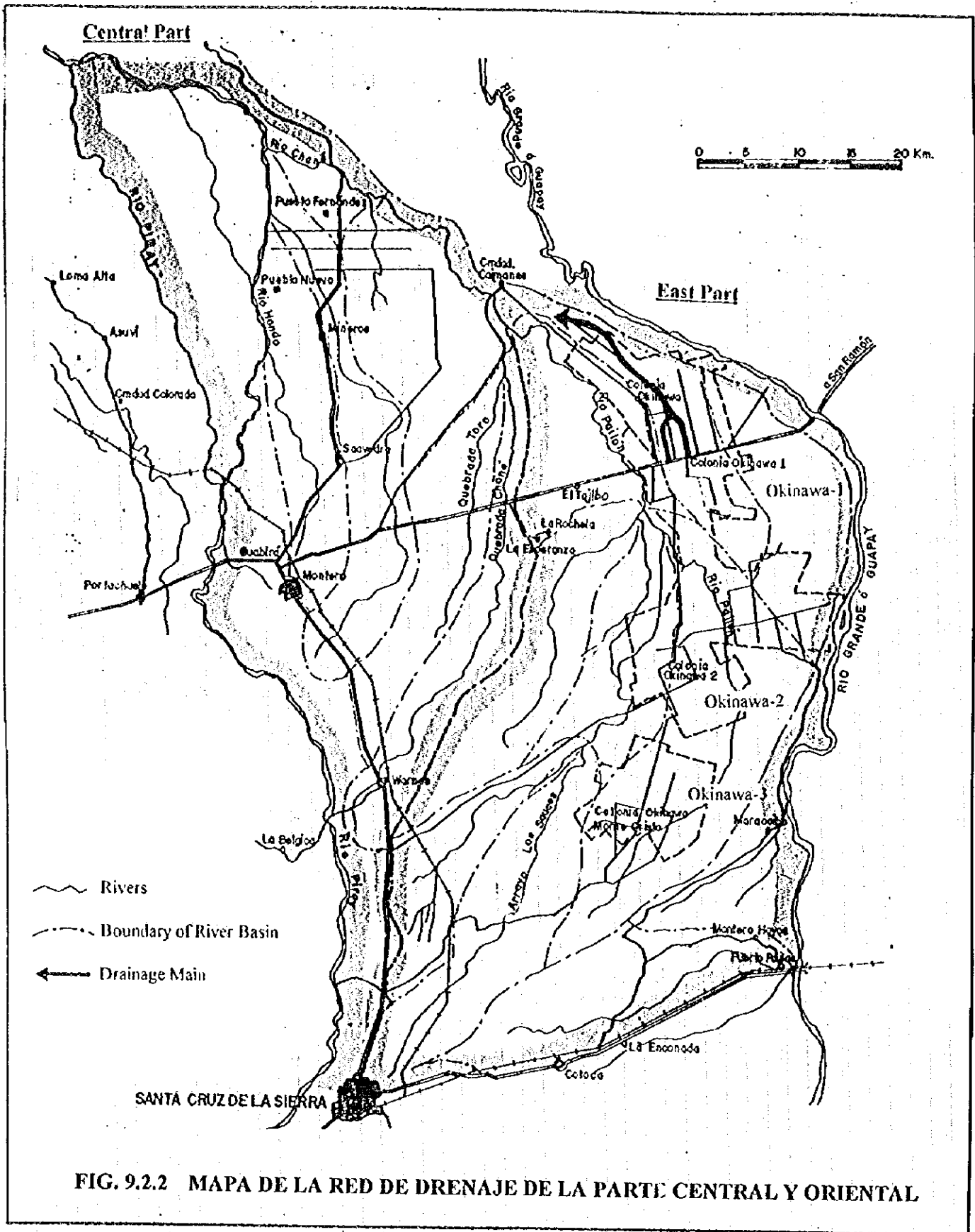


FIG. 9.2.1 MAPA DE LA RED DE DRENAJE DE LA PARTE OCCIDENTAL



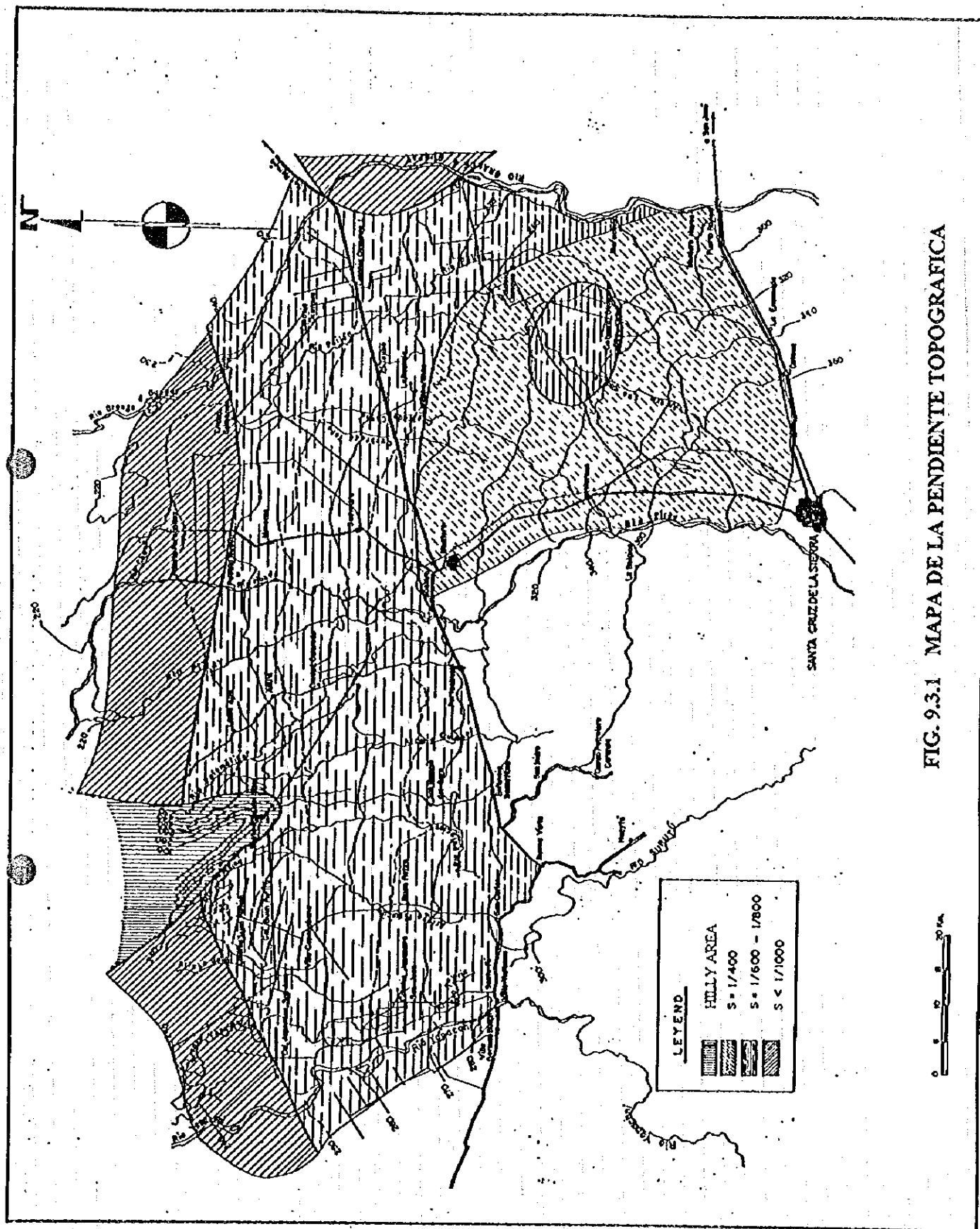


FIG. 9.3.1 MAPA DE LA PENDIENTE TOPOGRAFICA

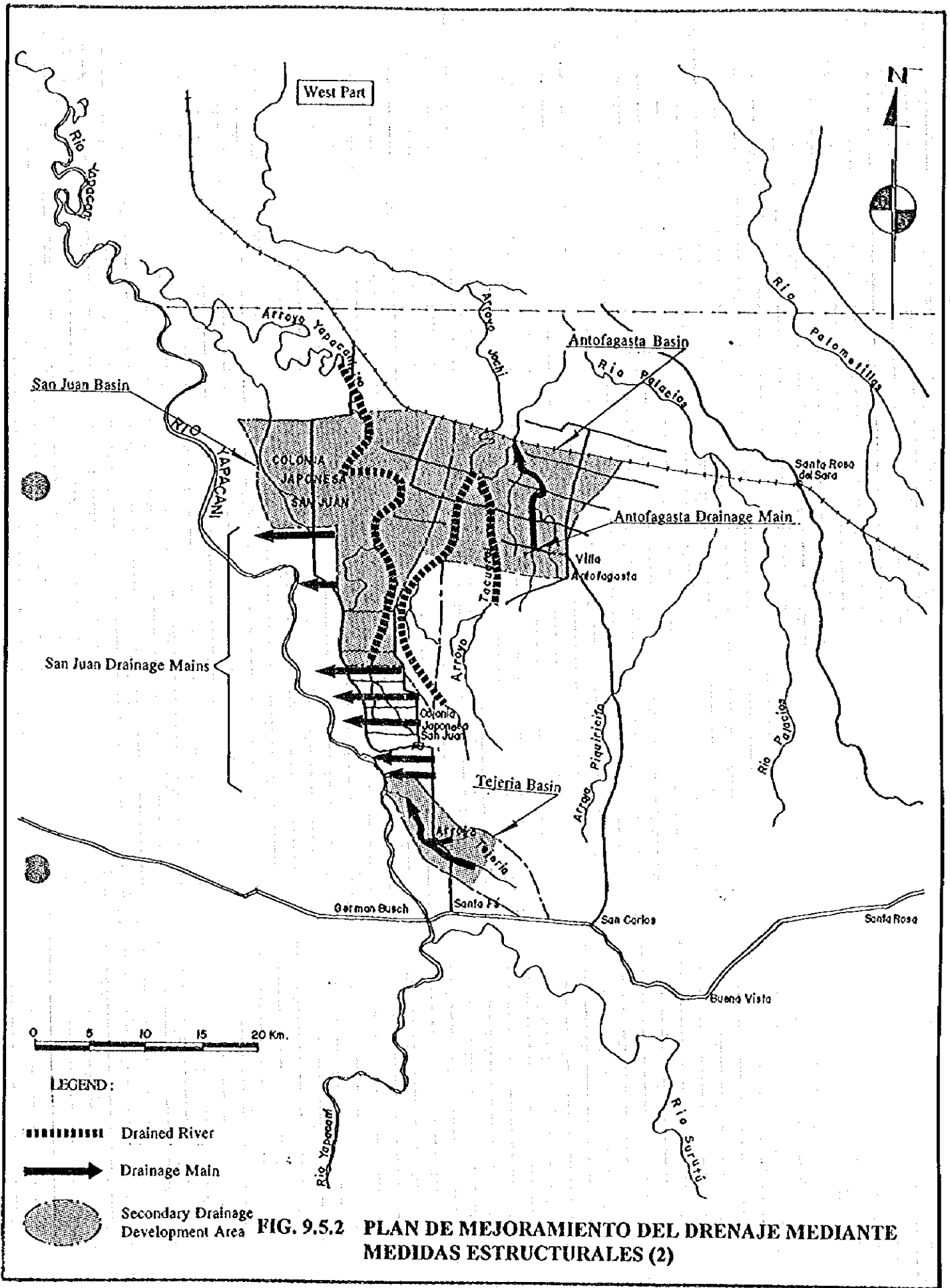


FIG. 9.5.2 PLAN DE MEJORAMIENTO DEL DRENAJE MEDIANTE MEDIDAS ESTRUCTURALES (2)

CAPITULO 10
MEDIO AMBIENTE



CAPITULO 10 MEDIO AMBIENTE

10.1 Aspectos Generales

Cada medida de mitigación de las inundaciones tiene algún efecto en el medio ambiente. Se investigaron las leyes y reglamento ambientales en el área de estudio, las cuales se resumen brevemente junto con las condiciones ambientales naturales. Los impactos ambientales son evaluados con el Examen Ambiental Inicial (EAI).

También se analizó la calidad del agua para conseguir información sobre el grado de contaminación del agua en puntos seleccionados de los ríos del área de estudio.

10.2 Leyes y Reglamentos Relacionados con el Medio Ambiente

10.2.1 Ley del Medio Ambiente Natural

La Ley del Medio Ambiente Natural (Modificada por la Ley de Ministerios del Poder Ejecutivo) No. 1.333, de fecha 27 de abril de 1992, fue el punto de inicio para tratar los problemas del medio ambiente de manera global y sistemática. El objetivo de la ley es la protección y la conservación del medio ambiente natural y de los recursos naturales. Esta ley regula la acción del hombre en relación con la naturaleza y promueve el desarrollo sostenible para elevar la calidad de vida. El desarrollo sostenible significa el proceso por el cual se satisfacen las necesidades de la generación presente sin arriesgar la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. El desarrollo sostenible es una tarea global y permanente. El ambiente natural y los recursos naturales son patrimonio de la nación, su protección y utilización está reglamentada en las leyes. La ley es de orden público, de interés social, económico y cultural.

La Ley del Medio Ambiente Natural establece los principios de protección, conservación y restauración de la fauna silvestre y la flora acuática de los seres vivos de la tierra.

10.2.2 Evaluación del Impacto Ambiental

Se aplicó la evaluación del impacto ambiental (EIA) como un conjunto de procedimientos de manejo para determinar los efectos de ciertas acciones en el ambiente natural.

Establece los procedimientos de manejo que deben seguir las tareas o actividades para cumplir con EIA.

SENMA (Secretaría Nacional del Medio Ambiente) y SEDAMA (Secretarías Departamental del Medio Ambiente) están a cargo de controlar el cumplimiento de las EIA. Se han establecido reglamentos específicos para gobernar los aspectos administrativos y legales de EIA.

En mayo de 1994, el Ministerio de Desarrollo Sostenible aprobó una regulación provisional de EIA que dispone la tarjeta ambiental (FA) como un instrumento de categorización de EIA. Actualmente, se están preparando otros planes, como la regulación de la prevención y control de la calidad ambiental, la cual declara los procedimientos para EIA, junto con los mecanismos de control de las actividades, trabajos y proyectos.

10.3 Medio Ambiente Natural en el Area de Estudio

10.3.1 Areas Ecológicas

En el área de estudio hay cinco zonas ecológicas, las cuales son las siguientes:

- Zona tropical húmeda
- Zona tropical muy húmeda y transición a sub-tropical
- Zona húmeda sub-tropical
- Zona sub-tropical muy húmeda
- Zona húmeda media

10.3.2 Vegetación y Fauna Silvestre

En la parte norte del área de estudio, a lo largo de muchos ríos y en los alrededores prevalecen diferentes tipos de bosques, medios, altos y muy altos. En las áreas central y meridional prevalecen los bosques secundarios, sabanas con árboles bajos y pastos; en estas áreas es evidente el impacto del hombre.

La micro región muestra áreas con valor ecológico alto y muy alto. Además, la flora y fauna únicas y una variedad de especies, junto con sus valiosas características biotípicas, son muy importantes y valiosas para su conservación.

Aplicando el criterio anterior, hay regiones con un valor ecológico muy alto:

- Flora y fauna del área protegida de Serranía Santa Rosa,
- Flora y fauna del área protegida de Bañados Río Grande, Río Piray y Laguna Bella,
- Áreas de protección de los Río Piray, Río Grande, Río Surutú y Río Yapacaní.

10.4 Examen Inicial del Medio Ambiente (EIMA)

10.4.1 Papel del EIMA

El impacto en el medio ambiente que tendrán los proyectos del Plan Maestro se evalúan basándose en la información existente disponible.

El objetivo del IEE es juzgar si el proyecto necesita o no una Evaluación del Impacto Ambiental (EIA). Si es necesaria la EIA, el contenido del futuro estudio ambiental será preparado basándose en los resultados del IEE.

10.4.2 Método de IEE

El IEE se conduce según las pautas preparadas por JICA, como las pautas de consideración ambiental para la planificación de proyectos de infraestructura socio económica - planificación de ríos y medidas contra el deslizamiento de arena - publicada en Septiembre de 1992. También se consideró la reglamentación de la evaluación del impacto ambiental y control de la calidad ambiental, preparada por MDS en 1994.

Al principio, la actividad del proyecto se clasifica en varios componentes y se evalúan los impactos de cada elemento ambiental como la matriz ambiental. Los elementos aparecen en la lista de la *Tabla 10.4.1*. Estos están clasificados en tres categorías principales: medio ambiente social, medio ambiente natural y perjuicio. En la matriz, cada elemento se evalúa en cuatro categorías, las que son:

A: Impacto importante

B: Impacto moderado

C: Desconocido

D: Sin impacto

En Bolivia, el impacto ambiental debe ser examinado en cada proyecto. Como primera etapa, la tarjeta ambiental (FA) pasa a ser un instrumento de categorización de EIA. El contenido de FA es:

- Información general del proyecto,
- Ubicación y su descripción
- Descripción del proyecto,
- Materiales en bruto, entradas y producción del proyecto,
- Aspectos ambientales.

El proyecto o actividad se clasifica en los siguientes niveles:

- Requiere EIA integrada,
- Requiere EIA específica,
- No requiere EIA pero es aconsejable EIA conceptual,
- No requiere EIA.

La idea de FA es similar a IEE. En este estudio, el IEE se modifica de acuerdo con el contenido de FA. En IEE, se analizan principalmente impactos negativos. Por otro lado, en FA, se consideran también impactos positivos.

10.4.3 Impacto Ambiental

Los impactos ambientales de la matriz de impacto ambiental se muestran en las *Tablas 10.4.2 y 10.4.3*.

(1) Mejoramiento de canales

Los trabajos de mejoramiento de ríos o de canales de drenaje tienen por objeto aumentar las capacidades de flujo de los canales mediante su ensanchamiento y enderezamiento .

El canal mejorado en el cual aumenta la cantidad de flujo, probablemente cambiará las condiciones hidrológicas.

Durante la estación húmeda, en los brazos superiores, disminuirá el nivel de inundación y la duración será menor; sin embargo, en los brazos inferiores, el nivel de agua de la inundación será mayor y más larga.

Durante la estación seca, el flujo aguas abajo será más bajo. Esto puede causar el hundimiento del nivel de agua subterránea y la contaminación del agua de la corriente.

A lo largo del río hay áreas forestales. El bosque próximo al río puede ser una protección importante para los animales silvestres y aves, como así también es rico en flora y fauna, comparado con las tierras cultivadas de la cercanía. La mejora del canal puede tener cierto impacto en la flora y fauna de los bosques vecinos a los ríos.

La disminución de la frecuencia de las inundaciones mejorará las condiciones de vida de la comunidad y aumentará el desarrollo. A veces, esto trae aumento de los riesgos a la vida y a la propiedad, debido a la concentración de población y propiedades.

(2) Construcción de malecones

La construcción de los malecones tiene por fin confinar el flujo de la inundación dentro del canal del río. La construcción de los malecones cambiará la forma de la tierra, los bosques y las tierras cultivadas a lo largo de ellos, lo cual tendrá un impacto en éstos.

(3) Control del uso de la tierra

En las cuencas retardadoras propuestas, se requerirá el control del uso de la tierra como parte de las medidas no estructurales para la mitigación de las inundaciones. Esto tendrá un impacto social y económico en el área rural, aunque se piensa que estos impactos son probablemente poco significativos.

(4) Modificación del uso de la tierra

En la tierra propensa a inundaciones, se restringirá el uso como parte de la mitigación de las inundaciones. Esto tendrá un impacto social en los habitantes, aunque se piensa que estos impactos no serán significativos.

La evaluación de cada actividad del elemento ambiental se resume en la *Tabla 10.4.2*, de acuerdo con los criterios.

10.4.4 Mayor Investigación

Las influencias del mejoramiento de los canales de los ríos que aumentan su capacidad de flujo, debe ser estudiadas, ya que a lo largo del río cambiarán el flujo de las inundaciones, descargas con bajo flujo y nivel del agua subterránea. En consecuencia, habrá algún impacto no tan sólo en la flora y en la fauna a lo largo de los ríos, sino también en el aspecto socioeconómico o en las condiciones ambientales de la zona en peligro de inundaciones.

En conclusión, es necesario el EIA del proyecto de mitigación debido a la modificación de las condiciones hidrológicas, pérdida de bosques en las riberas de los ríos y el cambio de las condiciones sociales de los habitantes.

Con respecto a los impactos ambientales probablemente anticipados por la implementación de las medidas de mitigación de las inundaciones, los términos de referencia del siguiente estudio ambiental deberán cubrir los siguientes conceptos:

- Tenencia de la tierra y propiedades existentes,
- Cambio de las condiciones de flujo en las corrientes aguas abajo
- Cambio del nivel de las aguas subterráneas,
- Cambio de la calidad del agua,
- Impacto en la flora y la fauna a lo largo de los bosques en las riberas de los ríos.

10.5 Estudio de Reconocimiento de la Calidad del Agua

10.5.1 Conceptos Estudiados

La calidad del agua fue estudiada en mayo y septiembre de 1995 en el área de estudio. Los conceptos estudiados fueron los siguientes;

- Temperatura del agua
- PH
- Oxígeno disuelto (DO)
- Conductividad eléctrica (CE)

- BOD
- Sólidos en suspensión (SS)
- Número de grupos coliformes

10.5.2 Ubicación de las Tomas de Muestras de Agua

Las muestras se tomaron en cinco lugares, que se muestran en la *Tabla 10.3.1* y en la *Fig. 10.3.1*. Las ubicaciones N 2, N 4 y N 5 se seleccionaron para investigar la calidad del agua aguas abajo de la fuente de agua de desecho. Las muestras de agua se tomaron dos veces al día en N 2, N 4 y N 5 y una vez al día en N 1 y N 3.

10.5.3 Método de análisis

Las muestras fueron analizadas mediante los métodos normales en EE. UU. Estos son los métodos normalizados para el análisis de agua potable y residuales, editado por Mary Ann H. Franon y el comité de la Asociación Pública Americana, Asociación de Trabajos de Agua Americana, Federación de Control de la Contaminación del Agua, 1992. Se usó la edición española publicada por Díaz de Santos S. A. en 1992.

10.5.4 Resultados

En la *Tabla 10.5.2* se muestran los resultados del estudio de reconocimiento de la calidad del agua. Las muestras de agua tomadas en las ubicaciones N 2 y N 4 aparecen fuertemente contaminadas por materias orgánicas y parece que están afectadas por el desague del área urbana de Santa Cruz y de las colonias a lo largo del río. Las muestras de los otros lugares están relativamente limpias.

En Puerto Pailas, ubicado en el Río Grande, los sólidos en suspensión disminuyeron entre la estación de las lluvias y la estación seca, pero aumentaron en BOD y CE. Debido a la disminución de las descargas, la carga de sedimento disminuyó y aumentó la concentración de los materiales disueltos.

En el Arroyo Los Sauces, donde descarga parcialmente el área urbana de la ciudad de Santa Cruz, aumentaron los valores de CE, SS y BOD. Especialmente los valores de BOD pasaron a ser dos veces los valores de la época de lluvias y los valores de DO disminuyeron correspondiendo al aumento de materias orgánicas. En el Río Pirai, la calidad del agua entre las dos estaciones no cambió mucho, permaneciendo casi igual.

En el Rfo Chané, la calidad del agua de la estación seca fue menor que la de la estación de las lluvias. La contaminación fue descargada probablemente desde los asentamientos y los campos ganaderos, sin embargo, probablemente la descarga es menor en la estación seca debido a la disminución de las escorrentías.

En el Arroyo Yapacanicito, la calidad del agua es peor en la estación seca que en la estación de las lluvias.

Durante el estudio, se efectuaron pruebas simples para obtener información en general, en los ríos y corrientes de agua del área de estudio, en mayo y septiembre de 1995. Las pruebas hechas correspondieron a temperatura del agua, turbiedad, COD y nitritos. COD es una medida de la cantidad de oxígeno requerida para estabilizar químicamente los desechos.

Los resultados se muestran en la *Fig. 10.5.2*. La condición de contaminación del agua se estima a grosso modo en la *Tabla 10.5.3*. A lo largo del Arroyo Los Sauces, que drena la parte urbana del área de Santa Cruz y fluye al Rfo Chané, el agua está muy contaminada.

El Rfo Grande es muy limpio en lo que respecta a la calidad del agua, a pesar que contiene gran cantidad de sedimentos. Los otros ríos pequeños y los brazos aguas arriba de la ciudad de Santa Cruz del Rfo Pirai están limpios. Una de las fuentes principales de contaminación es la ciudad de Santa Cruz, desde donde los desagües fluyen en el Rfo Pirai y el Arroyo Los Sauces.

No hay mucha diferencia entre los resultados de mayo y los de septiembre, a pesar que el agua de septiembre está contaminada en cierto grado.

TABLAS



TABLA 10.4.1 ELEMENTOS AMBIENTALES

Social Environment

- 1. Resettlement**
- 2. Economic activity**
- 3. Traffic and public facilities**
- 4. Community**
- 5. Cultural property**
- 6. Water right and right of common**
- 7. Health and sanitation**
- 8. Waste disposal**
- 9. Safety**

Natural Environment

- 10. Topography**
- 11. Soil**
- 12. Ground water**
- 13. Hydrological condition**
- 14. Coastal zone**
- 15. Flora and fauna**
- 16. Climate**
- 17. Landscape**

Nuisance

- 18. Air pollution**
- 19. Water pollution**
- 20. Soil contamination**
- 21. Noise and vibration**
- 22. Land subsidence**
- 23. Odor**

TABLA 10.4.2 MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL

Environmental Element	Activities	
	(1)	(2)
1. Resettlement	C	C
2. Economic activity	C	C
3. Traffic and public facilities	C	
4. Community activity		
5. Cultural property		
6. Water right and right of common	B	C
7. Health and Sanitation		
8. Waste disposal		
9. Safety		
10. Topography	C	
11. Soil	C	
12. Ground water	B	
13. Hydrological condition	B	
14. Coastal zone		
15. Flora and fauna	B	C
16. Climate		
17. Landscape		
18. Air pollution		
19. Water pollution	C	
20. Soil contamination		
21. Noise and vibration		
22. Land subsidence		
23. Odor		
	EIA requirement	Yes No

Note: Criteria A: important impact

B: moderate impact

C: unknown

E: no impact

Activities (1) Improvement of channels

(2) Change of land use

TABLA 10.4.3 IMPACTO AMBIENTAL

Improvement of channels

Environmental Element	Impact	Causes of the Impact
1. Resettlement	C	Land acquisition
2. Economic activity	C	Decrease of flood damages
3. Traffic and public facilities	C	Improvement of bridges
6. Water right and right of common	B	Change of water course
10. Topography	C	Change of channel form
11. Soil	C	Salinization
12. Ground water level	B	Modification of surface water level
13. Hydrological condition	B	Change of water course
10. Topography	C	Change of channel form
11. Soil	C	Salinization
12. Ground water level	B	Modification of surface water level
13. Hydrological condition	B	Change of flow capacity
15. Flora and fauna	B	Change of river side forest
16. Water pollution	C	Decrease of low flow

Change of land use

Environmental Element	Impact	Causes of the Impact
1. Resettlement	C	Land acquisition
2. Economic activity	C	Decrease of flood damages
6. Water right and right of common	B	Land
15. Flora and fauna	B	Change of land use

TABLA 10.5.1 UBICACION DE TOMA DE MUESTRAS DEL ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA

	Name	River
No. 1:	Puerto Palias	Rio Grande
No. 2:	Estancia Clara Sauce	Arroyo Los Sauces
No. 3:	Puente Eisenhower	Rio Pirai
No. 4:	Comunidad Caimanes	Rio Chane
No. 5:	Estancia La Enconada	Arroya Ypacanico

TABLA 10.5.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA

(1) May, 1995

Place	Temp	PH	DO	CD	SS	SS	BOD	Colif	Colif
	degree		mg/l	umhos	mg/l	mg/l	mg/l	nmp/100ml	nmp/100ml
	C			/cm					
1	21.5	8.3	8.2	605	1459	1391	1.5	2.3E+3	4.6E+2
2	21.0	7.5	1.0	907	37	8	41.0	1.1E+6	9.9E+5
3	26.6	8.7	8.4	407	154	139	4.6	5.9E+3	1.2E+3
4	20.7	8.3	7.7	896	41	35	12.4	3.5E+3	1.3E+3
5	21.2	7.2	5.7	202	10	7	1.3	2.5E+3	1.3E+3

(2) September, 1995

Place	Temp	PH	DO	CD	SS	SS	BOD	Colif	Colif
	degree		mg/l	umhos	mg/l	mg/l	mg/l	nmp/100ml	nmp/100ml
	C			/cm					
1	19.8	8.2	8.2	943	353	344	2.9	9.9E+2	9.2E+2
2	22.6	7.4	0.5	1127	45	14	93.0	1.0E+6	6.8E+5
3	27.4	8.5	7.2	430	149	135	4.7	8.6E+3	8.5E+3
4	22.6	8.3	6.3	1269	33	29	2.0	1.5E+3	5.0E+2
5	24.7	7.3	4.6	247	13	9	2.2	8.7E+3	2.1E+4

TABLA 10.5.3 RELACION ENTRE COD Y LA CONDICION DEL AGUA

COD (mg/l)	Condition of Water
0	Clean
0 ~ 2	Possibly Contaminated
2 ~ 5	Slightly Contaminated
5 ~ 10	Contaminated
10 ~	Heavily Contaminated

FIGURAS



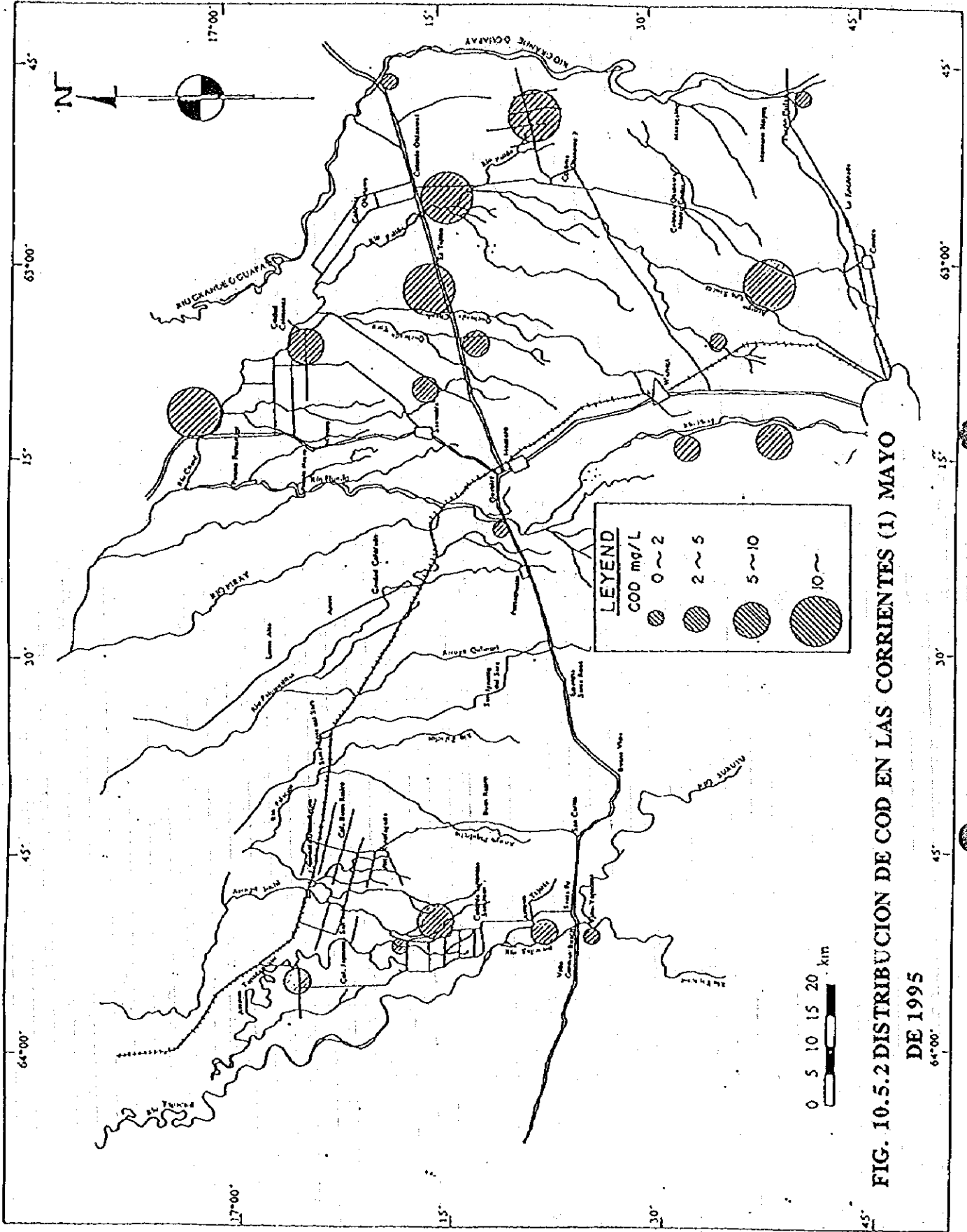


FIG. 10.5.2 DISTRIBUCION DE COD EN LAS CORRIENTES (1) MAYO DE 1995

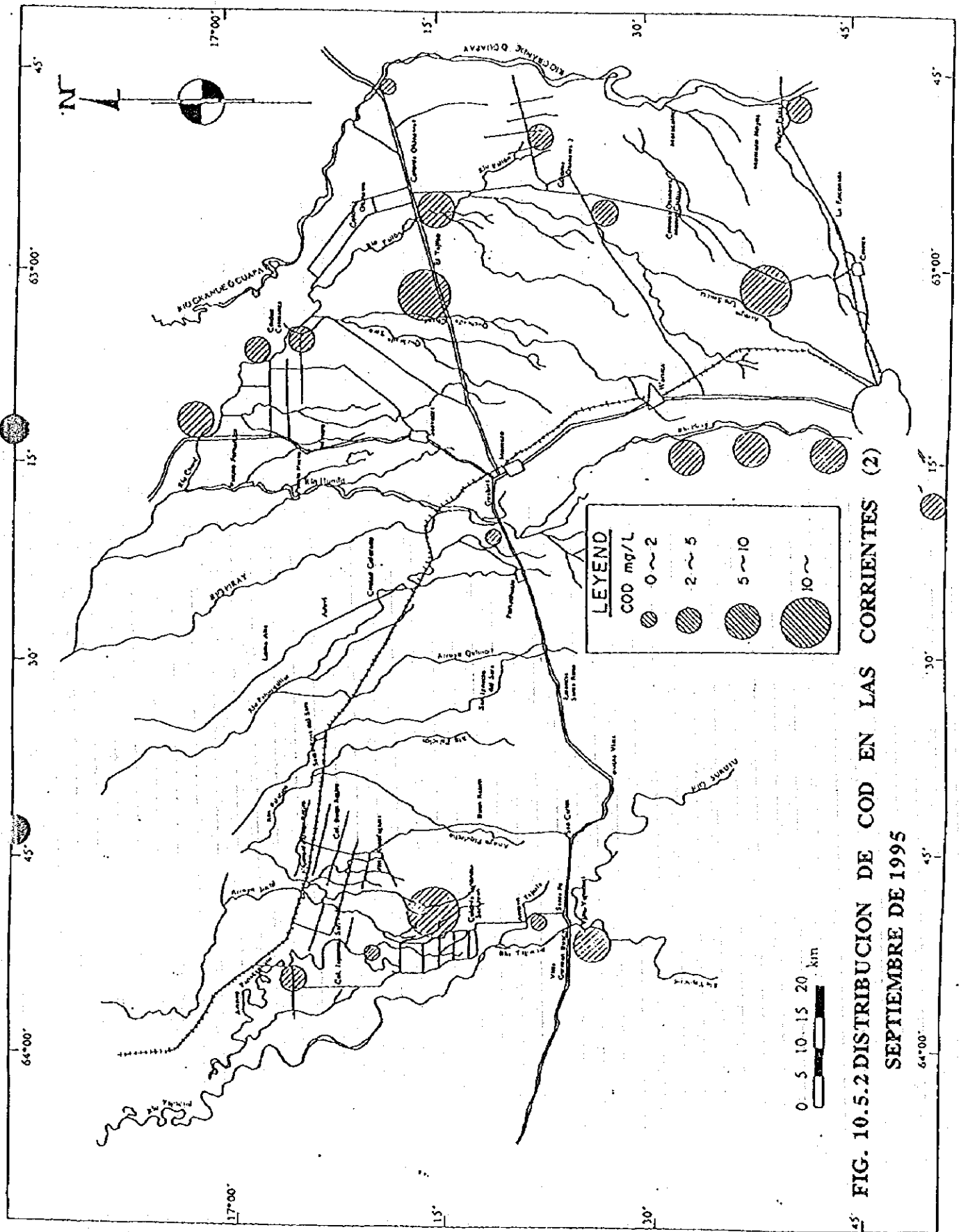


FIG. 10.5.2 DISTRIBUCION DE COD EN LAS CORRIENTES (2)
 SEPTIEMBRE DE 1995

CAPITULO 11
ORGANIZACION

CAPITULO 11 ORGANIZACION

11.1 Aspectos Generales

Se adoptan varias medidas para atenuar los daños por inundaciones, dependiendo de las causas de la inundación, y las condiciones naturales y socio-económicas. El control completo de las inundaciones es prácticamente imposible, ya sea por limitaciones físicas o económicas. En términos generales, las medidas aceptables para reducir los daños por inundaciones se clasifican en dos categorías: medidas estructurales y no estructurales.

Para implementar los proyectos de mitigación de inundaciones y del mejoramiento del sistema del drenaje, se han propuesto las organizaciones necesarias y sus funciones basándose en el diagnóstico de las organizaciones existentes.

11.2 Organización Existente Relacionada con la Mitigación de Inundaciones

Las organizaciones relacionadas con la mitigación del daño por inundaciones son: MDS, SENAMHI, SEARPI, CDF, CORDECRUZ, MDN y las Municipalidades. Estas organizaciones están siendo reorganizadas de acuerdo con la ley de participación popular y la ley de descentralización administrativa para activarse desde el 1 de enero de 1996, pero la nueva organización no había sido fijada todavía al terminar el año 1995.

En la ley de descentralización administrativa, el poder ejecutivo a nivel del Departamento, está constituido por la Prefectura, la cual forman el Prefecto y el Consejo. El Prefecto está autorizado para elaborar y ejecutar programas y proyectos de inversión pública en las áreas de :

- Construcción y mantenimiento de caminos,
- Electricidad rural,
- Infraestructura de irrigación y apoyo a la producción,
- Investigación y desarrollo científico,
- Conservación y preservación del medio ambiente,
- Promoción del turismo

- Programas de asistencia social,
- Programas para trabajos municipales,
- Otros asuntos relacionados con el gobierno municipal.

Las medidas contra inundaciones están previstas en dichos renglones.

Todas las corporaciones regionales de desarrollo del país, incluyendo la CORDECRUZ, se disolvieron al final de 1995. Todas las propiedades de tales organizaciones se transfirieron para el control y uso del departamento, bajo responsabilidad de los prefectos. Así mismo, otras instituciones públicas se disolvieron y están siendo administradas por los prefectos.

11.3 Organización Necesaria

(1) Recopilación de datos meteorológicos e hidrológicos y predicciones de las inundaciones

Los datos meteorológicos e hidrológicos son básicos y esenciales para la ejecución de las medidas contra inundaciones. En el área de estudio sólo están disponibles datos de precipitaciones, aunque están en diferentes instituciones.

Será necesario contar con un centro de información para recopilar y compilar los datos meteorológicos e hidrológicos con la coordinación de varias instituciones. SENAMHI es capaz de cumplir tal función, mediante la capacitación del personal y el financiamiento suficiente del presupuesto.

En una etapa posterior, se requerirá, dentro del marco de medidas no estructurales, un sistema de observación hidrológica que permita conseguir en tiempo real los datos de precipitaciones y de nivel de agua, para efectuar la predicción de inundaciones.

(2) Manejo del uso de la tierra

Para mitigar los daños por inundaciones en el área de estudio, es menester organizar el uso de la tierra en la zona amenazada por las inundaciones.

En el tramo inferior del Río Chané, las medidas estructurales no son factibles desde el punto de vista económico. Se recomienda que las tierras en esta cuenca se utilicen con propósitos forestales o como ciénagas para su preservación natural. Es preferible dejar

algunas zonas de las mismas despobladas para evitar los daños por inundaciones graves.

Por otra parte, en el tramo superior existen ciertas áreas forestales que sirven como un embalse retardador. Tales bosques o embalses retardadores necesitan algún tipo de preservación para la mitigación de las inundaciones y conservación ambiental.

La Prefectura está autorizados para regular el uso general de la tierra. En tal sentido, es necesario fortalecer sus funciones como lo establece la ley adecuada.

(3) Defensa Civil

La Defensa Civil se creó para disminuir todo tipo de daño provocado por desastres, incluyendo las inundaciones.

Las actividades de la Defensa Civil pueden ser ampliadas con mayor disponibilidad de información, personal y presupuesto. La información básica comprende mapas de uso de la tierra, mapas del sistema vial, mapas de zonas en amenaza de inundaciones, lista de transportes disponibles, lista de alimentos y medicinas, etc. La Defensa Civil de cada cantón puede estar preparada para luchar contra la inundación. También es necesario efectuar entrenamiento del personal y consolidar una red de información.

(4) Agencia Ejecutora

La agencia ejecutora de los proyectos de mitigación de inundaciones y el mejoramiento del sistema de drenaje deberá prepararse debidamente para implementar las medidas necesarias. En el presente, existen varios organismos que pueden encargarse de la mitigación de inundaciones. Las actividades de CORDECRUZ cubren la planificación regional que incluye la planificación del uso de la tierra en las áreas sujetas a inundaciones y está estrechamente vinculado con el SENAMHI y el SEARPI. El SEARPI es el responsable de la construcción y mantenimiento de las obras para mejoramiento del Río Pirai.

Las entidades encargadas de los proyectos del control de inundaciones y del mejoramiento del sistema de drenaje deberán estar integradas y deberán fortalecerse las funciones de CORDECRUZ, el SEARPI y el SENAMHI relacionadas con la mitigación de inundaciones.

La agencia ejecutora de las medidas contra inundaciones deberá llevar a cabo funciones administrativas de planificación, manejo y ejecución de proyectos. Las actividades requeridas de esta agencia comprenden:

- Organizar el personal necesario oportunamente para efectuar estudios de factibilidad y diseño detallado e implementación de los proyectos.
- Financiar los recursos necesarios para llevarlos a cabo.
- Efectuar los trabajos preparatorios antes de la implementación del proyecto, incluyendo medidas no estructurales.
- Encargarse de la operación y el mantenimiento de las obras terminadas.

La nueva organización está amparada en la ley de descentralización administrativa. Este tema debería discutirse más detalladamente luego de que quede claro el nuevo marco en que se van a desempeñar las funciones prefecturales.