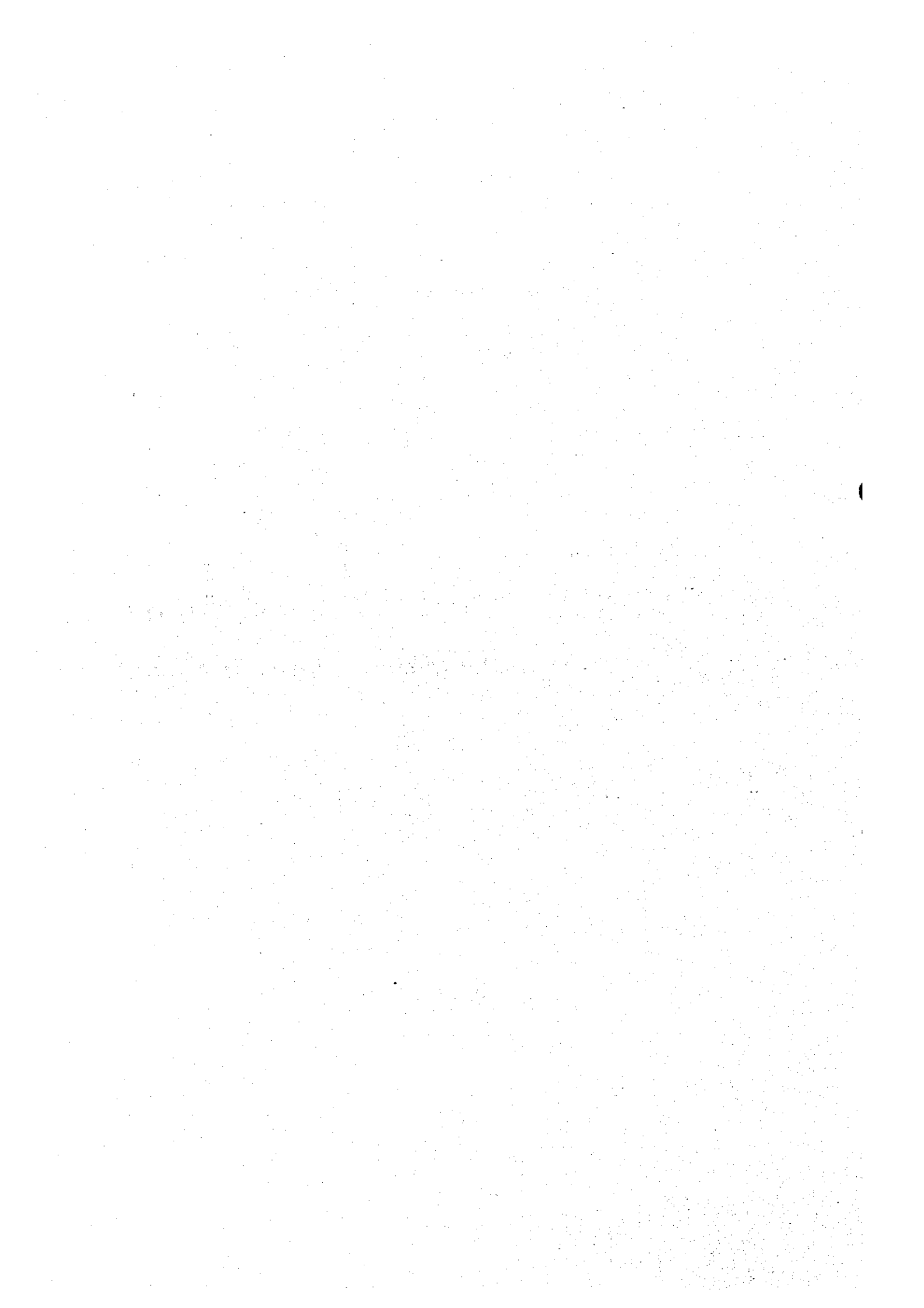


CAPITULO 5

AGRICULTURA Y USO DEL SUELO



CAPITULO 5 AGRICULTURA Y USO DEL SUELO

5.1 Agricultura y Ganadería

5.1.1 Rol de la Agricultura Departamental en la Economía Nacional y Regional

Los índices agro-económicos están resumidos en la Tabla 5.1.1. De acuerdo a la Tabla, el rol del sector agrícola puede ser resumido como sigue:

- 1) El sector agrícola en Santa Cruz juega un rol importante no solamente en la economía regional sino también en la economía nacional, contribuyendo con un 23 % del total del PIB Regional y con un 39 % del PIB agrícola. La importancia aumentó durante el período 1991-95.
- 2) El sector agrícola del departamento contribuye en gran manera a la ganancia de moneda extranjera debido a que más del 90 % de los cultivos industriales; soya, caña de azúcar, algodón y girasol, son producidos en el departamento y contribuyeron con un 18 % del total de las ganancias por exportación en 1995.
- 3) Los principales productos agrícolas en Santa Cruz son soya, arroz, maíz, y caña de azúcar que tienen un 31 %, 13 %, 9 %, y 8% del total de la producción agrícola del departamento en 1995, respectivamente. Los tres cultivos mayores contribuyen con más del 50 % del PIB Regional Agrícola, equivalente a aproximadamente 10 % del total del PIB Regional.

5.1.2 Rol del Area de Estudio en la Producción Agrícola del Departamento

Gracias a la alta fertilidad del suelo dotada por la naturaleza, el área de estudio es el centro de la producción agrícola del departamento. Los principales cultivos en el área son soya, arroz y trigo que tienen una participación del 12 %, 43 % y 41 % de la producción total del departamento en 1997/1998, respectivamente (ver Tabla 5.1.2) y el calendario representativo de cultivos se muestra en la Fig. 5.1.1. Durante el periodo de 1994 – 1998, sin embargo, la participación de la soya disminuyó de un 19 % a 12 % y la participación de arroz y trigo, por otro lado, aumentó con la expansión del área cultivada; arroz de 33 a 43 %, trigo de 25 a 41%.

Otros cultivos producidos en el área son maíz y girasol, que participan con el 13 % y 7 % de la producción total del departamento, respectivamente.

Sin embargo, la producción fluctúa debido al rendimiento de verano, especialmente de la soya, que es afectada por las inundaciones. La Tabla 5.1.2 muestra, por ejemplo, que el rendimiento de la soya de verano de 94/95 fue menor que la de otros años.

5.1.3 Agricultura por Sub-área

El Área de Estudio está formada por 5 sub-áreas y las características agrícolas por área se indican a continuación basadas en los resultados de las entrevistas realizadas por JICA y por el Equipo de Estudio:

(1) Área de Chané – Pailón

1) Okinawa

Las características agrícolas de esta sub-área son tratadas basadas en datos de Okinawa I y II del JICA debido a que el área de estudio incluye Okinawa I y parte de Okinawa II.

La agricultura en el área se caracteriza por ser altamente mecanizada y de manejo agrícola de gran escala. El tamaño promedio de posesión de tierras es de 421 ha por familia y el número promedio de tractores por familia es de 3.

Las áreas de cultivo más extensivas son las del área de planicies altas, con un 76 % del área total, y la segunda viene a ser las tierras de pastoreo, con un 9 % (ver Tabla 5.1.3).

La soya es el cultivo más sembrado en el área, con un 53 % del total del área cultivada en 1997 (Tabla 5.1.4).

La soya fue introducida a mediados de la década de 1980. El área gozaba de la más alta productividad de soya en el departamento durante los 80s, al rededor de 3 toneladas por hectárea. Sin embargo, la productividad ha disminuido en los años recientes, 2 toneladas por hectárea en 1997 (ver Tabla 5.1.5).

Tierras no cultivables se han extendido en el área causadas por acumulación de sal en el suelo. El deterioro de la fertilidad del suelo es uno de los principales problemas en la agricultura. Las causas de los problemas pueden ser las siguientes:

- Cultivo continuo de la soya.
- Deterioro de la fertilidad del suelo por cultivar sin la aplicación de fertilizantes por 40 años.
- Deterioro de las condiciones físicas del suelo por compactación por el uso de

- maquinaria agrícola pesada.
- Sobre desarrollo.

El número de ganado y la producción ganadera en 1997 se muestra en las Tablas 5.1.6 y 5.1.7. En años recientes, la avicultura y la porcicultura se han expandido rápidamente para diversificar las fuentes de ingreso de los agricultores para la estabilización de la economía de la propiedad. La participación en los ingresos totales de los agricultores por familia fue tan solo del 4 % en 1997.

2) Otras áreas

El área está situada aguas abajo del área de Okinawa. El principal uso de suelo es la caña de azúcar en la ribera izquierda del Río Chané, áreas de cultivo en la ribera derecha del río, y bosques primarios en el área a lo largo del río.

Pequeños agricultores se encuentran distribuidos en el área de cultivo, como en El Carmen, Caimanes y Puesto Fernández. El área se caracteriza por problemas muy severos de inundación pero su situación agrícola actual es desconocida. La Tabla 5.1.8 muestra los resultados de encuestas realizadas a agricultores sobre la situación agrícola en la temporada de verano.

El uso de suelo del área no es aprovechado en una manera efectiva debido a la alta proporción de tierras no aprovechadas (28 %) y a una baja proporción de área cultivada anual (56 %). Condiciones severas de inundaciones reducen la intensidad del uso de suelo.

Los principales cultivos en la campaña de verano son arroz y soya, con un 45 y 40 % del total de área cultivada, respectivamente y en tercer lugar el maíz con un 14 %. Los rendimientos de todos los cultivos en el área se encuentran muy por debajo que los del resto del departamento, debido a que la proporción de área cosechada a área cultivada es baja, especialmente en áreas cultivadas por pequeños agricultores con menos de 20 hectáreas. Las principales razones para la baja productividad son:

- Sistema inapropiado de cultivo.
- La no-existencia de servicios de extensión técnicos.

La ganadería no es popular en el área y es principalmente para consumo propio. El número promedio de cría por familia es muy bajo, vacas 1,4 cabezas, cerdos 1,0 cabezas y pollos 4,6 cabezas.

(2) Area de San Juan -- Autofagasta

1) San Juan de Yapacani

La agricultura en el área está bien diversificada y mecanizada. Las principales fuentes de ingreso son el arroz, soya, huevos y frutas, con un 32, 17, 47 y 3 % respectivamente. La diversificación genera una economía estable dentro de la propiedad al diversificar los riesgos de inundación y la fluctuación del precio de los productos. El promedio de maquinaria agrícola por familia es de 2,6 de tractores y de 1,4 de combinadas. El tamaño promedio de posesión de tierras es de 299 hectáreas, lo cual equivale a un 70 % de Okinawa.

Áreas de cultivo son las más extensas en el área, con un 62 % del área total, y la segunda es de pastura, 11 % (ver Tabla 5.1.8). El alto porcentaje de áreas de pastura se debe a la rotación pastura-cultivo para mantener la fertilidad del suelo debido a que la fertilidad natural de los suelos en el área es baja.

Los principales cultivos en el área son arroz en verano y soya en invierno (ver Tabla 5.1.9). La rotación de cultivos está bien aplicada para las condiciones naturales, para aliviar los daños por inundaciones ya que el arroz es tolerante al agua. Los rendimientos han aumentado, especialmente el del arroz que es 1,7 veces más que el de Okinawa, todo esto debido al mejoramiento de tecnologías de cultivo a través de extensión, a pesar de que la fertilidad original del suelo no es muy alta.

San Juan es también conocida en el país por ser un área de producción de huevos de alta calidad y además la producción aumentó en los últimos cinco años (ver Tabla 5.1.9). El número de cabezas de ganado aumentó también durante ese mismo periodo.

La CAISY hace el esfuerzo para acelerar una mayor diversificación a través de extensión de cítricos y nuez de macadamia expandiéndose a 900 ha y 200 ha en 1996, respectivamente.

2) Antofagasta

Antofagasta se caracteriza por inundaciones severas y frecuentes y el área con más de 50 centímetros de profundidad es aproximadamente un 80 % del área total. El área está habitada por inmigrantes locales y el tamaño promedio de posesión de tierra es pequeño, 41 hectáreas por familia. El principal uso de suelo son áreas de cultivo, con un 83 % y el segundo es tierra sin usar, 15 %.

Los principales cultivos en verano son arroz y soya, con un 56 y 44 % del total del área cultivada, respectivamente (ver Tabla 5.1.10). El rendimiento de soya en el

área es mucho más bajo que el promedio departamental, 0,7 t/ha en el área y 1,8 en Santa Cruz. Sin embargo, arroz no es tan bajo comparado con el promedio departamental en 1997/98, 1,9 t/ha en el área y 2,3 t/ha en la provincia. Esto muestra que el arroz puede ser más adecuado para las condiciones naturales que otros cultivos en el área. La proporción de área cosechada a área cultivada también lo prueba: la proporción de arroz es mayor que la de soya, 82 y 52 %, respectivamente.

La ganadería está aumentando para consumo propio y para cría. Sin embargo, la producción de huevos está expandiéndose por influencia de San Juan.

5.2 Uso del Suelo y Capacidad Productiva del Suelo

5.2.1 Uso del Suelo

El área de estudio cubre 1.207 km² de la región rural norte de Santa Cruz, consiste de las áreas de Chané - Pailón y de San Juan - Antofagasta como se indica en la siguiente Tabla.

AREA DE ESTUDIO

Area de Drenaje	Area (km ²)	Provincia
1) Chané - Pailón	599,6	
Chané	143,7	Obispo Santistevan
Pailón	270,9	Warnes
Drenaje de Okinawa	185,0	Warnes
2) San Juan - Antofagasta	607,3	
San Juan	369,3	Ichilo
Antofagasta	238,0	Ichilo
Total	1.206,9	

Fuente: Equipo de Estudio

El mapa de uso de suelo, como se muestra en la Fig. 5.2.1, ha sido preparado por el Equipo de Estudio basado en el mapa de uso de suelo preparado en el Estudio del Plan Maestro en 1995 y en inspecciones de campo suplementarias. Las características del uso de suelo son las siguientes:

- 1) Chané-Pailón
 - Bosques distribuidos principalmente en áreas a lo largo de los ríos, donde se caracterizan suelos no cultivables con drenaje pobre.

- Pasturas se distribuyen en tierras no cultivables debido a baja fertilidad y en áreas con problemas severos de inundación.
 - La caña de azúcar se distribuye en suelos cultivables con problemas severos de inundación, donde la profundidad del agua fue más de 50 cm en las inundaciones de 1997/98.
 - Area de otros cultivos se distribuyen en suelos arables con menos problemas de inundación.
- 2) San Juan-Antofagasta
- Bosques se distribuyen en áreas a lo largo de los ríos, donde se caracterizan suelos no cultivables con drenaje pobre.
 - Pasturas se distribuyen en áreas con problemas severos de inundación.
 - Area de otros cultivos se distribuyen en suelos arables con menos problemas de inundación.

5.2.2 Clasificación del Suelo

La clasificación del suelo en el Area de Estudio se muestra en la Tabla 5.2.2 y la Fig. 5.2.2 y un resumen en la Tabla 5.2.3. La capacidad productiva del suelo está clasificada en las siguientes cinco categorías.

CLASIFICACION DEL SUELO Y CATEGORIA

Categoría	Clasificación del Suelo	Criterio
1	I – III	Suelo apropiado para la agricultura
2	IV	Suelo marginalmente apropiado p/ agricultura
3	V	Suelo apropiado para pasturas
4	VI – VII	Suelo marginalmente apropiado para pasturas
5	VIII	Suelo no apropiado para actividades agrícolas

Fuente: UTD-PLUS

La clasificación de suelos por área se caracteriza como sigue:

(1) Area de Chané – Pailón

Areas cultivables, de clase I a III, cubren aproximadamente 60 % del área de Chané –Pailón. Esto significa que el potencial para desarrollo agrícola en el área es mayor que el del área de San Juan – Antofagasta. Sin embargo, el área esta cubierta en gran parte de clase V, con un 33 %, donde existe una limitación severa para actividades agrícolas y no es apropiada para cultivos.

(2) Area de San Juan – Antofagasta

Suelos cultivables cubren más del 37 % del área. Las clases IV-08 son predominantes, cubriendo 47 % del área y se caracterizan por ser suelos marginales para cultivos. Estas clases, sin embargo, son cultivables para el arroz en el verano (estación lluviosa), por ser un cultivo tolerante al agua, debido a que la limitación es solamente el drenaje. Actualmente, el rendimiento es mucho más alto que el promedio de la provincia, 3,1 y 2,3 t/ha respectivamente. Considerando esta situación, los suelos cultivables en el área pueden cubrir un 83,5 % del área.

Sin embargo, en el caso de las Clases IV-07, distribuidas en el área de Chané-Pailón, las clases son marginales para cultivos debido a que la limitación es la capacidad de agua y la fertilidad de suelos.

5.3 Zonificación del Uso de Suelo

La zonificación del uso de suelo ha sido preparada basada en información de la clasificación de suelos del Plan de Recursos Naturales de Santa Cruz y en condiciones de inundación en 1997 por el Equipo de Estudio. La división por zonas trata de mostrar el uso apropiado de suelo para paliar los daños por inundación.

El mapa de zonificación se encuentra en la Fig. 5.3.1 y la categoría, consistente de suelos, profundidad de inundación, uso de suelo existente y recomendado, son mostrados en la Tabla 5.3.1. Las características por zona se describen a continuación:

Zona 1: El área no tiene o tiene muy pocas limitaciones para uso agrícola en todo el año.

Los suelos del área son cultivables y las inundaciones son poco comunes. El área, entonces, puede ser cultivada y no existen o existen muy pocas limitaciones para elegir cultivos para todo el año.

Zona 2: El área tiene limitaciones moderadas debido a inundaciones y la elección de cultivos para el verano es restringida.

Los suelos del área son cultivables pero inundaciones no muy severas, menores a 50 cm de profundidad, ocurren comúnmente. El área tiene limitaciones en la selección de cultivos para el verano para poder reducir los daños por inundación. Cultivos tolerantes al agua, como el arroz, son apropiados para el área durante el verano.

Zona 3: El área tiene limitaciones severas por inundación para las actividades agrícolas durante el verano pero no tiene o tiene muy pocas limitaciones durante la estación de invierno.

Los suelos del área son cultivables pero inundaciones severas, mayores a 50 cm de profundidad, ocurren comúnmente. Arroz por inundación, sin embargo, no puede ser introducido porque la duración de la inundación es muy corta para cultivarlo, con registros de menos de un mes. Un nuevo calendario de cultivo, que evite la temporada de inundaciones, debe ser introducido para reducir daños por inundación.

Zona 4: El área tiene limitaciones medianas de suelos y está restringida la actividad agrícola debido a la baja fertilidad del suelo todo el año.

Suelos son marginalmente apropiados para cultivos y las inundaciones no ocurren comúnmente en el área. Sin embargo, el área no es comercialmente apropiada para cultivos debido a que no se pueden esperar altos rendimientos por la baja fertilidad del suelo. El área está recomendada para pastoreo y cultivos perennes.

Zona 5: El área no es apropiada para cultivos debido a severas limitaciones de suelos e inundación.

Los suelos del área no son o son marginalmente apropiados para cultivos, y severas inundaciones, de más de 50 cm de profundidad, ocurren comúnmente. El área, por esta razón, es recomendada para pasturas.

Zona 6: El área no es apropiada para actividades agrícolas debido a limitaciones muy severas de los suelos.

Los suelos del área no son apropiados para uso agrícola y el área debe ser usada para propósitos de conservación. Los bosques existentes en el área, entonces, deben ser conservados.

La distribución de cada zona y las recomendaciones para reducir daños por inundaciones son tratadas a continuación:

(1) Area de Chané -- Pailón

El área a lo largo del río está cubierta por suelos de tipo Zona 5 y el principal uso de suelo son bosques. Los bosques deben ser conservados debido a que los suelos no pueden ser usados para cultivos por tener fertilidad pobre y por inundaciones severas.

En las áreas del Drenaje de Okinawa y del río Pailón suelos de tipo Zona 2 son más predominantes que de tipo Zona 1, aún así la soya es el cultivo predominante durante el verano. En estas áreas se debe cambiar la soya por cultivos tolerantes al agua durante el verano.

El área de Chané está cubierta en su mayoría por suelos tipo Zona 3, a pesar de esto en el área se cultiva la soya y la caña de azúcar. En el área se debe introducir un nuevo calendario de cultivo porque la zona se caracteriza por inundaciones severas y suelos fértiles.

(2) Área de San Juan – Antofagasta

Suelos de tipo Zona 2 son predominantes en el área de San Juan, siendo el arroz el cultivo dominante en el verano. El uso del suelo es apropiado para estas condiciones de ligeras inundaciones y suelos cultivables.

La mayor parte del área de Antofagasta está cubierta de suelos tipo Zona 3 y se necesita introducir un nuevo calendario de cultivo por tener inundaciones severas y suelos cultivables.

Suelos de tipo Zona 6 se encuentran en la zona norte y están cubiertos de bosques y humedales. Los bosques deben ser conservados porque el área no es apropiada para cultivos debido a problemas de drenaje.

5.4 Resultados de las Encuestas a Agricultores

Las encuestas fueron realizadas por el equipo de estudio para complementar datos existentes e identificar los problemas agrícolas bajo condiciones de inundación. Los resultados se muestran en el Informe de Apoyo H. Las conclusiones principales de las encuestas son tratadas a continuación:

(1) Relación entre inundación y agricultura

Los resultados importantes de la relación entre inundación y agricultura son los siguientes:

1) Area de Chané – Pailón

Los rendimientos de todos los cultivos durante la campaña de verano de 1998 fueron mucho más bajos que los del resto del departamento debido a las inundaciones severas, el promedio de profundidad fue de 74 cm y la duración promedio fue de 20 días.

La proporción de área cultivada a área cosechada fue muy baja, soya 36 %, arroz 68 % y maíz 18 %. Esto quiere decir que el daño por inundación es muy alto en el área.

2) Area de San Juan – Antofagasta

El rendimiento del arroz, principal cultivo de verano, en el área es más alto que el promedio departamental, 2,9 y 2,3 t/ha respectivamente. El rendimiento de la soya, sin embargo, es menor, 1,3 y 1,8 t/ha. En el área de San Juan, especialmente, caracterizada por inundaciones no tan severas (profundidad promedio 30 cm y duración 4 días), el rendimiento del arroz es mucho mayor que el del departamento, 3,3 t/ha y 2,3 t/ha respectivamente.

(2) Irrigación

Los cultivos de secano son los predominantes en ambas áreas. Las siguientes pueden ser razones por las cuales los agricultores no aplican riego.

- Tierras grandes por familia.
- Fuentes de agua insuficientes y la no-existencia de reservorios.
- Calidad de agua no apropiada para irrigación por alto contenido de sal.

Sin embargo, muchos agricultores desean aplicar riego en sus propiedades, 65 % en el área de Chané-Pailón y 87 % en el área de San Juan-Antofagasta.

(3) Servicios de Apoyo

La distribución de servicios de extensión técnica es un poco baja, especialmente en el área de Chané-Pailón es muy baja, solo un 15 % de los agricultores reciben estos servicios. Generalmente, la fuente del servicio es diferente de acuerdo al tamaño del agricultor, agricultores grandes reciben el servicio de cooperativas como CAICO y CAICY, los agricultores medianos de organizaciones de productores y los agricultores pequeños de ONGs como el CIPCA (Centro de Investigación y Promoción del Campesino).

(4) Bajo porcentaje de aplicación de insumos agrícolas.

El porcentaje de aplicación de semillas mejoradas, fertilizantes y agroquímicos es bajo y además los pequeños agricultores utilizan menos insumos que los agricultores grandes. Esta puede ser una razón para los bajos rendimientos de los agricultores pequeños y puede ser causada por insuficientes servicios de extensión.

(5) Bajo porcentaje de organizaciones de agricultores

La proporción de agricultores organizados que pertenecen a organizaciones de agricultores, es de aproximadamente 50 % como promedio. Es muy importante que los agricultores pertenezcan a organizaciones para poder obtener tecnología apropiada para prevenir o disminuir los riesgos por inundaciones.

5.5 Recomendaciones

La paliación de daños por inundación es esencial para mantener un desarrollo económico no solamente regional sino también a nivel nacional, como se muestra en el Capítulo 5.1, esto debe ser hecho a través de la estabilización de los productos agrícolas en el área de estudio.

De acuerdo a los resultados de las encuestas a los agricultores existe un gran potencial para paliar daños por inundación a través de medidas no-estructurales de la siguiente manera.

- 1) Siembra de cultivos apropiados a las condiciones de suelo e inundación, como por ejemplo el cambio de cultivos no tolerantes al agua a cultivos tolerantes al agua.
- 2) Introducción de calendarios apropiados de cultivo o sistemas de agricultura bajo condiciones de inundación.

Por ejemplo, sería necesario evitar cualquier siembra de cultivos en áreas de inundaciones severas durante temporadas de inundación, ya que los cultivos no pueden crecer en una forma remunerativa en el área.

La zonificación del uso de suelo, que indica un uso apropiado del suelo por condición del suelo, ha sido preparada en el estudio para mostrar la idea de medidas no-estructurales. Este tipo de medidas es mucho más fácil de ejecutar que medidas estructurales. Se recomienda que lo siguiente debe ser mejorado para poder expandir estas medidas no-estructurales.

- 1) Expandir los servicios de extensión técnica agrícola, especialmente para pequeños agricultores.
- 2) Organizar a los agricultores para facilitar la implementación de servicios de extensión.
- 4) Expandir las actividades de investigación agrícola para estudiar la agricultura local, como el establecer un calendario de cultivo por área y la introducción de cultivos apropiados y variedades.

(El CIAT ha implementado experimentos para ver si el arroz puede crecer luego de la estación de inundaciones para evitar daños por inundación. A pesar de que la situación de inundaciones por área se ha clarificado en el estudio, se recomienda que el CIAT debería de continuar con las pruebas para cada condición de inundación para establecer un patrón de cultivo apropiado e introducir cultivos apropiados y variedades de acuerdo a la zona.)

TABLAS

TABLA 5.1.1 INDICE AGRO-ECONOMICO PRINCIPAL

Item	Unit	1991	1992	1993	1994	1995
Whole Country						
GDP	Million Bs	16,256	16,524	17,230	18,034	18,877
Share of agricultural GDP*	%	16.0	15.1	15.1	15.4	14.9
Share of industrial crops	%	2.1	1.7	2.0	2.4	2.6
Share of nonindustrial crops	%	7.7	7.2	7.0	7.0	6.6
Livestock	%	4.2	4.2	4.2	4.2	4.0
Santa Cruz						
GRDP*	Million Bs	4,070	4,100	4,292	4,577	4,818
Ratio of the GRDP to the GDP	%	27	27	27	28	28
Ratio of the agricultural GRDP to the agricultural GDP	%	34	33	35	37	39
Share of agricultural sector in GRDP	%	22	20	21	23	23
Share of industrial crops in agr. GRDP	%	7.4	6.1	7.2	8.7	9.3
Share of nonindustrial crops in agr. GRDP	%	7.4	7.5	7.1	7.5	7.3
Share of livestock in agr. GRDP	%	5.0	5.0	4.9	4.8	4.6
Share of crop in crop production						
Crop production	Million US \$	283	296	349	411	512
Soybean	%	16	25	32	32	31
Rice	%	19	8	7	7	13
Maize	%	9	11	8	7	9
Sugarcane	%	20	12	10	8	8
Sorghum	%	2	3	1	3	4
Wheat	%	3	6	2	3	2
Sun Flower	%	1	1	1	2	1

* : 1990 Constant Price

Source : Numeros de Nuestra Tierra 1998

TABLA 5.1.2 PRODUCCIÓN DE CULTIVOS PRINCIPALES Y SU PROPORCIÓN EN EL DEPARTAMENTO

		93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	
Soybean	Ha	307,231	419,000	453,720	511,352	573,000	
	Santa Cruz	T/Ha	2.25	2.04	1.87	1.99	1.83
		TM	690,747	852,930	847,629	1,018,950	1,049,400
Study Area	Ha	58,598	74,300	60,550	59,152	61,500	
	T/Ha	2.25	1.81	1.89	2.02	2.02	
	TM	131,877	134,720	114,275	119,552	124,000	
Share							
Planted Area	%	19.1	17.7	13.3	11.6	10.7	
Yield	%	100	89	101	101	110	
Production	%	19.1	15.8	13.5	11.7	11.8	
Rice							
Santa Cruz	Ha	96,500	87,850	87,650	81,000	99,977	
	T/Ha	2.00	2.38	3.22	2.33	2.32	
	TM	193,000	208,650	282,642	188,904	231,539	
Study Area	Ha	28,000	29,850	33,000	30,600	37,500	
	T/Ha		2.34	3.34	2.64	2.64	
	TM		69,800	110,213	80,752	99,100	
Share							
Planted Area	%	29	34	38	38	38	
Yield	%		98	104	113	114	
Production	%		33	39	43	43	
Wheat							
Santa Cruz	Ha	35,115	53,550	53,000	73,860	112,250	
	T/Ha	0.95	1.40	0.73	1.36	1.07	
	TM	33,360	74,970	38,500	100,669	120,414	
Study Area	Ha	4,600	9,500	14,800	19,010	29,100	
	T/Ha	1.80	1.95	1.50	1.90	1.69	
	TM	8,280	18,525	22,200	36,119	49,241	
Share							
Planted Area	%	13	18	28	26	26	
Yield	%	189	139	206	139	158	
Production	%	25	25	58	36	41	
Maize							
Santa Cruz	Ha	85,600	89,000	98,700	100,000	66,350	
	T/Ha	3.18	3.06	3.12	3.60	2.83	
	TM	271,950	272,000	307,800	359,960	187,771	
Study Area	Ha	3,000	10,000	11,500	13,800	7,500	
	T/Ha	3.13	3.78	3.28	4.09	3.17	
	TM	9,400	37,750	37,700	56,500	23,760	
Share							
Planted Area	%	4	11	12	14	11	
Yield	%	99	124	105	114	112	
Production	%	3	14	12	16	13	

Study Area: Total of areas corresponding the study area

Source: Numeros de Nuestra Tierra 1998

TABLA 5.1.3 USO DEL SUELO EXISTENTE EN 1997 (OKINAWA)

Area	Unit	Upland	Fruits	Grazing Land	Reforestation Area	Uncleared Land	Others	Total
Okinawa 1	Ha	24,126	23	911	1	4,078	551	29,690
	%	81	0	3	0	14	2	100
Okinawa 2	Ha	7,390	6	2,814	140	969	231	11,550
	%	64	0	24	1	8	2	100
Study Area	Ha	31,516	29	3,725	141	5,047	782	41,240
	%	76	0	9	0	12	2	100

Source : JICA

TABLA 5.1.4 CAMBIO DE AREA CULTIVADA POR CULTIVOS EN OKINAWA

		92	93	94	95	96
Soybean	%	73.2	75.5	60.8	54.3	53.0
Maize	%	5.0	4.0	3.4	5.6	4.4
Wheat	%	9.0	6.9	10.7	19.7	19.3
Rice	%	6.9	6.7	5.7	3.6	3.4
Sunflower	%	0.0	0.0	11.6	3.5	3.5
Sorghum	%	6.0	7.0	7.8	13.4	16.5
Planted area*	Ha	27,826	32,113	37,805	43,651	50,648

Source: CAICO

*: Include Okinawa III

TABLA 5.1.5 PRODUCCIÓN DE CULTIVOS Y RENDIMIENTO EN 1997 (OKINAWA)

Area	Unit	Soybean	Rice	Wheat	Maize	Sorghum	Sunflower
Okinawa 1	T	37,608	820	17,398	13,452	2,822	1,682
	T/Ha	2.0	2.0	1.6	3.2	2.4	1.3
Okinawa 2	T	9,458	0	3,654	3,649	1,825	632
	T/Ha	1.7	-	1.5	3.5	2.5	1.3
Study Area	T	47,066	820	21,052	17,101	4,647	2,314
	T/ha	2.0	2.0	1.6	3.2	2.4	1.3

Source : JICA

TABLA 5.1.6 NÚMERO DE CABEZAS DE GANADO EN 1997 (OKINAWA)

	Unit	Cow	Swine	Chicken
Okinawa 1	Head	4,342	2,425	8,000
	%	52	81	42
Okinawa 2	Head	3,989	576	11,050
	%	48	19	58
Study Area	Head	8,331	3,001	19,050
	%	100	100	100

Source : JICA

TABLA 5.1.7 RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS A AGRICULTORES EN EL AREA DE CHANE-PAILON AREA EXCEPTO OKINAWA

(1) Land Use

Land Tenure	Unit	Annual crop	Perennial crop	Grazing	Others	Total
20 Ha >	%	79	1	2	18	100
21 - 100 Ha	%	45	9	14	32	100
Average	%	56	7	10	28	100

(2) Crop Production

		Soybean	Rice	Maize	Others	Total
Ratio of Planted Area in Summer Season						
20 Ha >	%	32	39	28	1	100
21 - 100 Ha	%	46	50	4	0	100
Average	%	40	45	14	0	100
Crop Yield in Summer Season						
20 Ha >	T/Ha	0.0	0.4	1.2	-	-
21 - 100 Ha	T/Ha	1.6	0.7	0.2	-	-
Average	T/Ha	1.1	0.6	1.0	-	-
Ratio of Harvested Area per Seeded Area in Summer Season						
20 Ha >	%	50.0	44.9	27.3	-	-
21 - 100 Ha	%	87.1	79.1	9.1	-	-
Average	%	74.5	66.5	24.2	-	-

(3) Number of Livestock Raising per Family

		20 Ha >	21-100Ha	Average	
Cow	Head		1.0	3.1	1.4
Swine	Head		0.7	1.8	1.0
Chicken	Head		3.3	8.8	4.6

Source: Study Team

TABLA 5.1.8 USO DEL SUELO EXISTENTE EN 1997 (San Juan)

	Unit	Upland	Fruits	Grazing Land	Reforestation Area	Uncleared Land	Others	Total
Area	Ha	19,266	1,291	3,487	8	6,528	570	31,145
Share	%	62	4	11	0	21	2	100

Source: JICA

TABLA 5.1.9 PRODUCCION DE CULTIVOS PRINCIPALES EN SAN JUAN

		93/94	94/95	95/96	96/97	97/98*
Soybean	(Summer)	Ha	2,050	1,980	1,960	1,416
	(Winter)	Ha	7,150	7,350	9,274	8,182
Total		Ha	9,200	9,330	11,234	9,598
		T/Ha	1.8	1.7	1.7	2.0
		T	16,181	15,686	18,557	19,591
Rice		Ha	7,350	8,559	9,868	8,112
		T/Ha	2.8	3.1	3.3	3.4
		T	20,410	26,420	33,014	27,670
No. of chicken	Head	590,000	626,000	690,000	719,000	917,110
Egg production	1,000	160,778	177,123	189,972	203,342	197,903
No. of cow	Head	1,950	1,957	2,024	2,057	4,621

Source: CAISY * : JICA

TABLA 5.1.10 RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS A AGRICULTORES EN ANTOFAGASTA

(1) Land Use

Land Tenure	Unit	Upland crop	Perennial crop	Grazing	Others	Total
20 Ha >	%	85	0	0	15	100
21 - 100 Ha	%	82	0	2	16	100
Average	%	83	0	2	15	100

(2) Crop Production

		Soybean	Rice	Total
Ratio of Planted Area in Summer Season				
20 Ha >	%	15	85	100
21 - 100 Ha	%	49	51	100
Average	%	44	56	100
Crop Yield in Summer Season				
20 Ha >	T/Ha	1.0	1.5	
21 - 100 Ha	T/Ha	0.6	2.0	
Average	T/Ha	0.7	1.9	
Ratio of Harvested Area per Planted Area in Summer Season				
20 Ha >	%	67	84	
21 - 100 Ha	%	51	81	
Average	%	52	82	

(3) Number of Livestock Raising per Family

		20 Ha >	21-100Ha	Average
Cow	Head	1.5	2.1	1.9
Swine	Head	0.1	4.4	2.6
Chicken	Head	1.0	8.9	4.7

Source: Study Team

TABLA 5.2.1 USO DEL SUELO EXISTENTE (1998)

	Unit	Upland field	Other* crop field	Grazing land	Primary forest	Secondary forest	Urban area	Lake & river	Total
Chane -	Km ²	336.9	94.4	58.8	93.3	13.4	2.6	0.3	599.3
Pailon Area	%	56.2	15.7	9.8	15.6	2.2	0.4	0.0	100.0
San Juan -	Km ²	407.9	10.8	64.5	70.9	51.6	1.7	0.0	607.3
Antofagasta Area	%	67.2	1.8	10.6	11.7	8.5	0.3	0.0	100.0

*: Sugarcane field in the Chane - Pailon Area and Fruits field in the San Juan - Antofagasta area

Source: Study Team

TABLA 5.2.2 CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR SUB-AREA

Unit: Km²

Legend	Chane-Pailon Area				San Juan-Antofagasta Area			
	Chane	Pailon	Okinawa	Total	San Juan	Antofagasta	Total	Limitation*
II-02	29.3	43.1	83.2	155.7	0.0	0.0	0.0	T,N
III-01	0.0	53.8	33.9	87.7	5.7	78.6	84.3	N,DI
III-06	14.6	99.4	0.0	114.0	0.0	0.0	0.0	N
III-07	0.0	0.0	0.0	0.0	63.6	74.0	137.6	DI
IV-07	0.0	11.9	0.0	11.9	0.0	0.0	0.0	N,CA
IV-08	19.3	0.0	0.0	19.3	240.5	45.2	285.7	DI
V-02	44.2	59.3	52.8	156.4	0.0	0.0	0.0	DI,IN
V-05	14.7	0.3	8.0	23.0	0.0	0.0	0.0	DE,DI,N,IN
V-09	17.5	3.1	0.0	20.6	0.0	0.0	0.0	DI,CI,P
V-10	0.0	0.0	0.0	0.0	30.6	0.0	30.6	DI,N,X,CA,IN
V-11	0.0	0.0	0.0	0.0	28.9	28.3	57.2	DI,S,X
V-17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	12.0	DE,DI,X
VI-05	0.0	0.0	7.1	7.1	0.0	0.0	0.0	DI,IN
VII-05	4.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	DE,N,CA,IN
	143.7	270.9	185.0	599.6	369.3	238.0	607.3	

*: T: Topography, N: Nutrition, DE: External Drainage, DI: Internal Drainage, CA: Water Capacity, IN: Inundation, CI: Hardness, P: Soil Depth, X: Toxic Substance, S: Salt

Source: Departmental Office

TABLA 5.2.3 SUMARIO DE CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Area	Class	II	III	IV	V	VI	VII	Total
Chane-Pailon	Km ²	155.7	201.7	31.2	400.0	7.1	4.0	599.6
	%	26.0	33.6	5.2	66.7	1.2	0.7	100.0
San Juan-Antofagasta	Km ²	0.0	221.9	285.7	99.8	0.0	0.0	607.3
	%	0.0	36.5	47.0	16.4	0.0	0.0	100.0

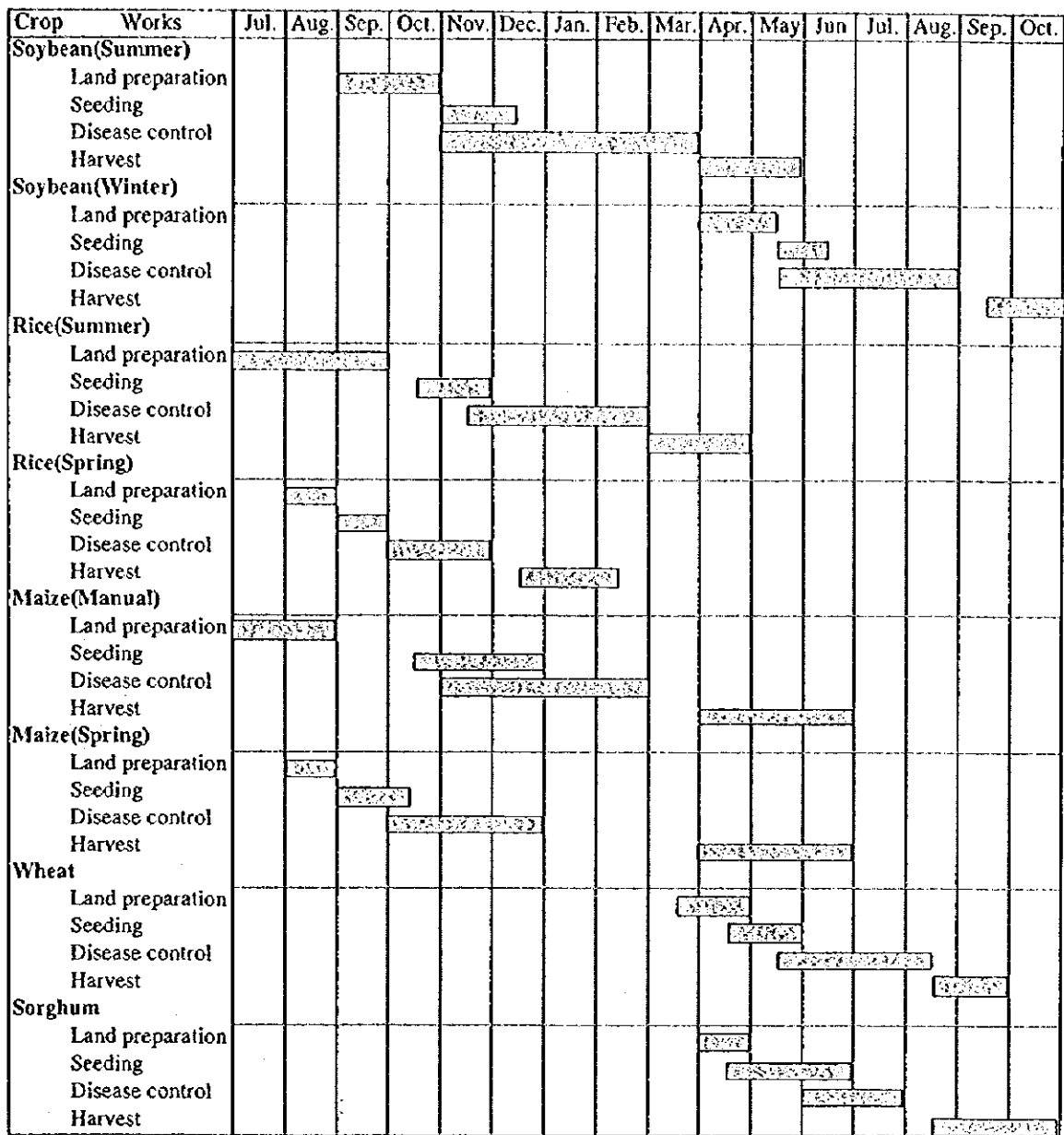
Source: Departmental Office

TABLA 5.3.1 CATEGORÍA DE ZONIFICACIÓN Y USO DE SUELO RECOMENDADO

Zone	Flood Depth	Soil Classification	Existing Land Use	Recommended Land Use	
				Summer(Flood season)	Winter
1	No flood	II-02,III-01, 06,07,IV08	Upland crop,	Any crops	Any crops
2	50 cm >	II-02,III-01, 06,07,IV08	Upland crop, Sugar cane ,Forest,	Water tolerant crops such as rice	Any crops
3	50 cm <	II-02,III-01, 06,07,IV08	Upland crop, Sugar cane, Grazing land	Crop rotation keeping away from flood season	Any crops
4	No flood	IV-07	Grazing land, Upland crop	Perennial crop, Grazing land	Perennial crop, Grazing land
5	50 cm >	IV-07	Grazing, Forest, Upland crop	Grazing land	Grazing land
6	-	V-02,V-10,11,17, VI-09,05, VII-05	Forest, Grazing, Sugar cane	Grazing land, Forest	Grazing land, Forest

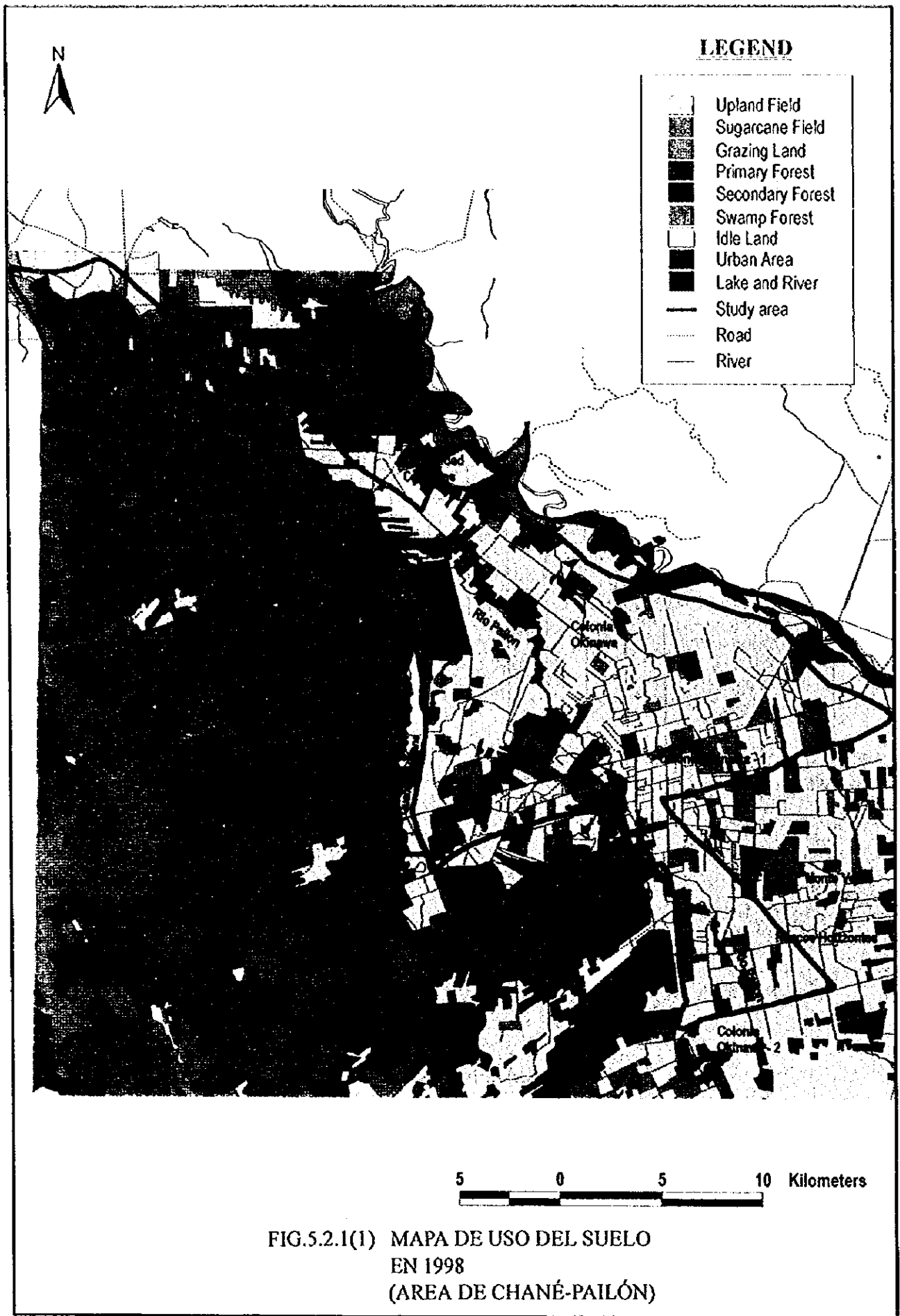
Source: Study Team

FIGURAS



Source: Numeros de Nuestra Tierra 1998

FIG.5.1.1 CALENDARIO DE CULTIVO REPRESENTATIVO



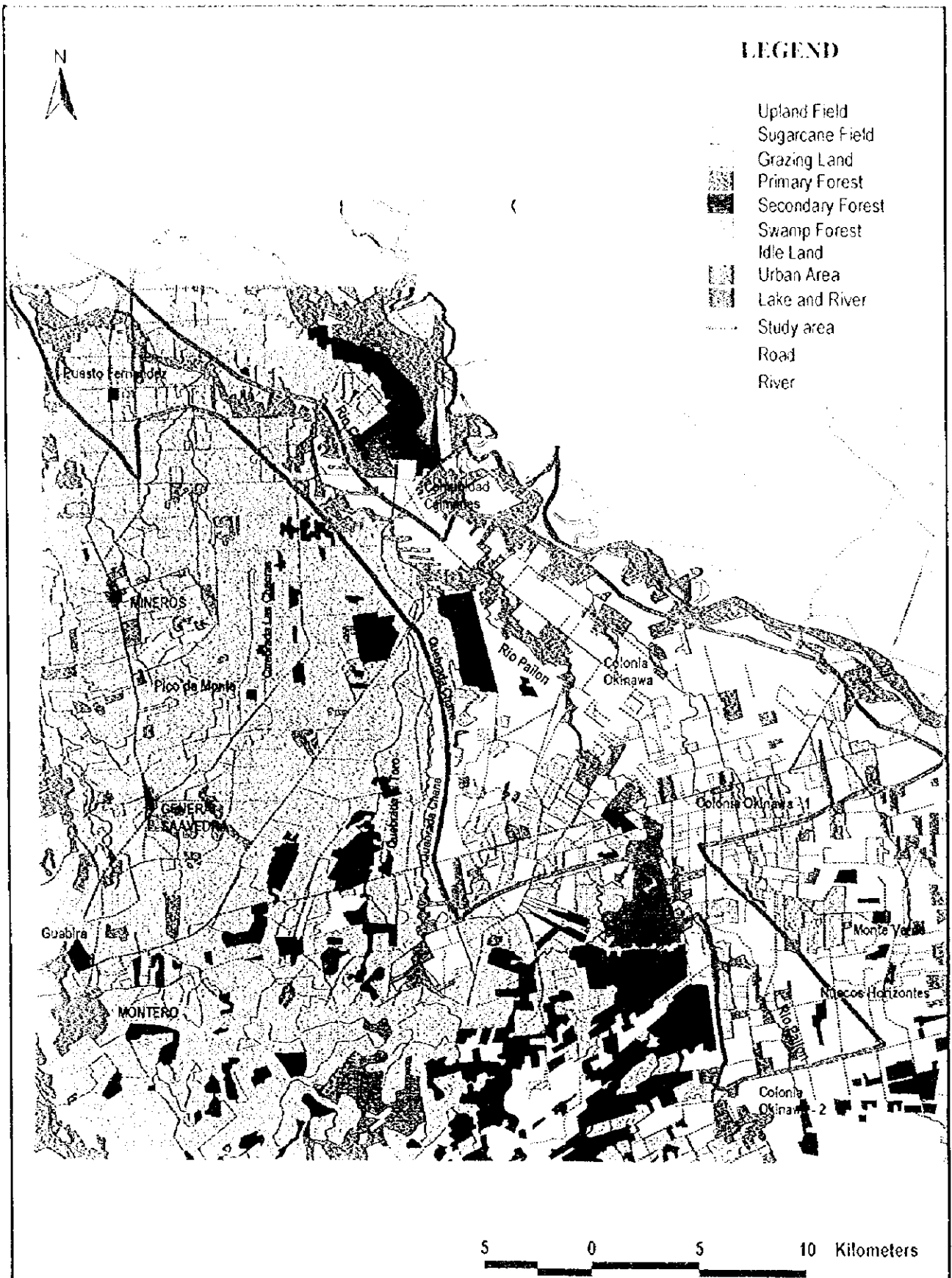
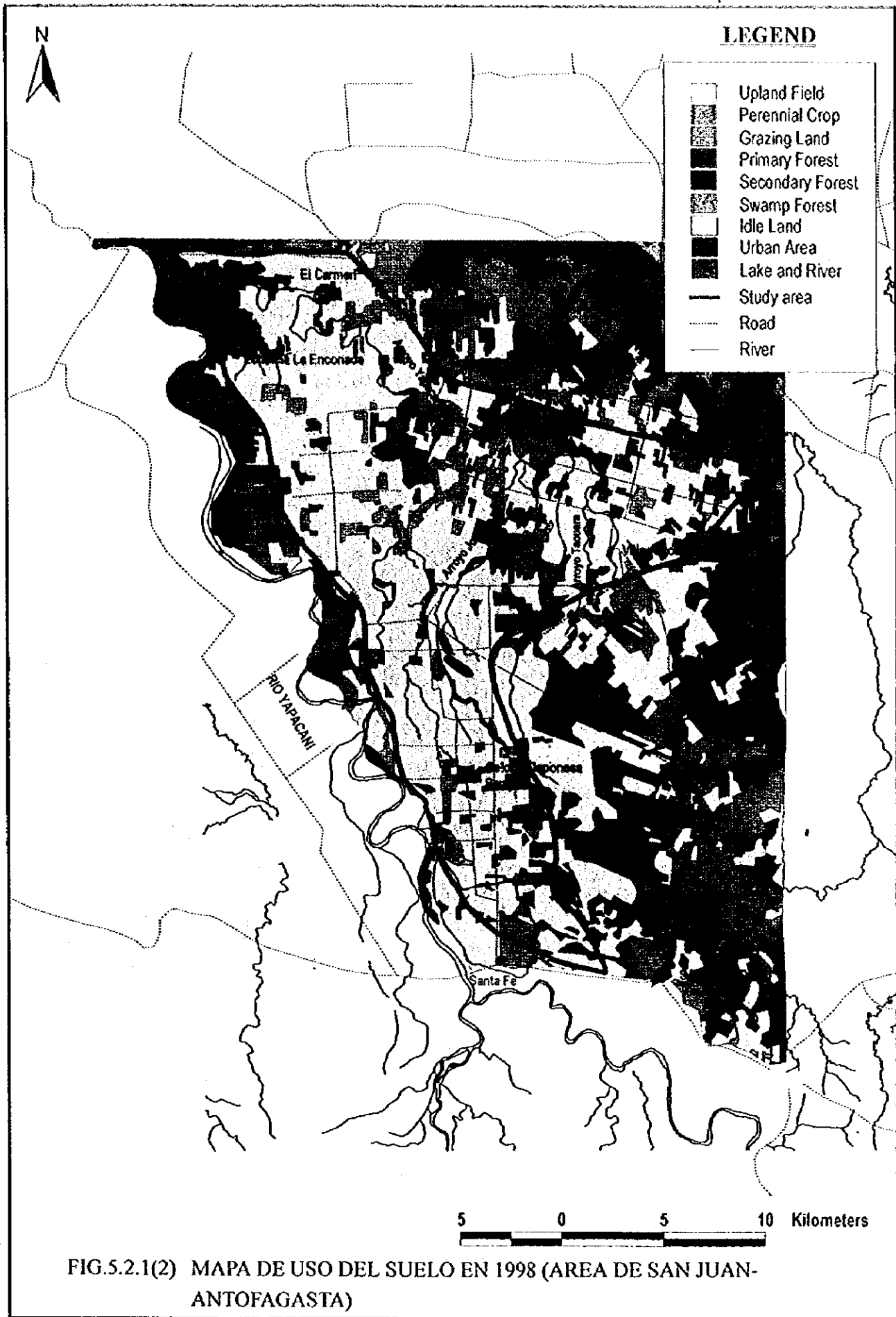


FIG.5.2.1(1) MAPA DE USO DEL SUELO
 EN 1998
 (AREA DE CHANÉ-PAILÓN)



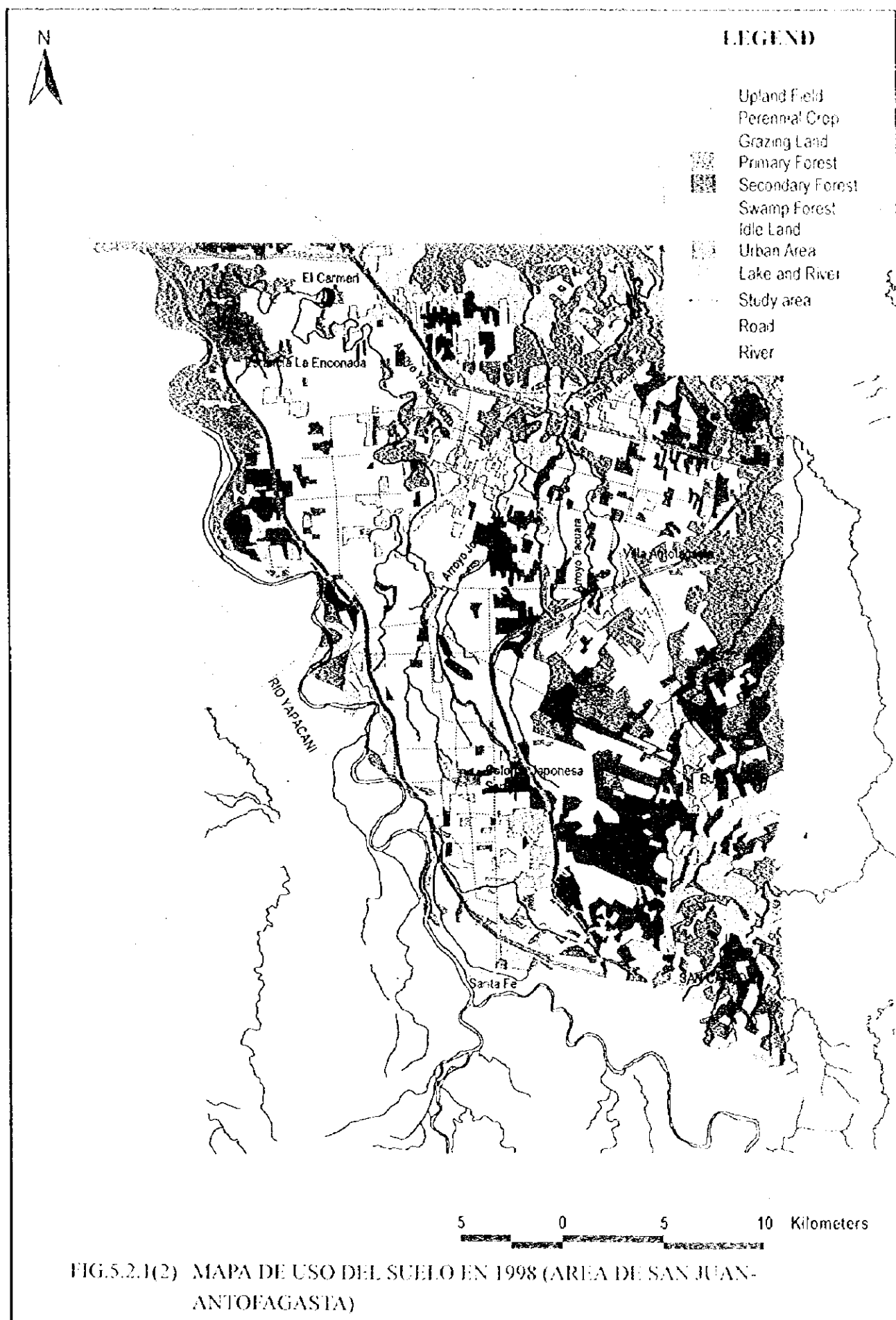


FIG.5.2.1(2) MAPA DE USO DEL SUELO EN 1998 (AREA DE SAN JUAN-ANTOFAGASTA)

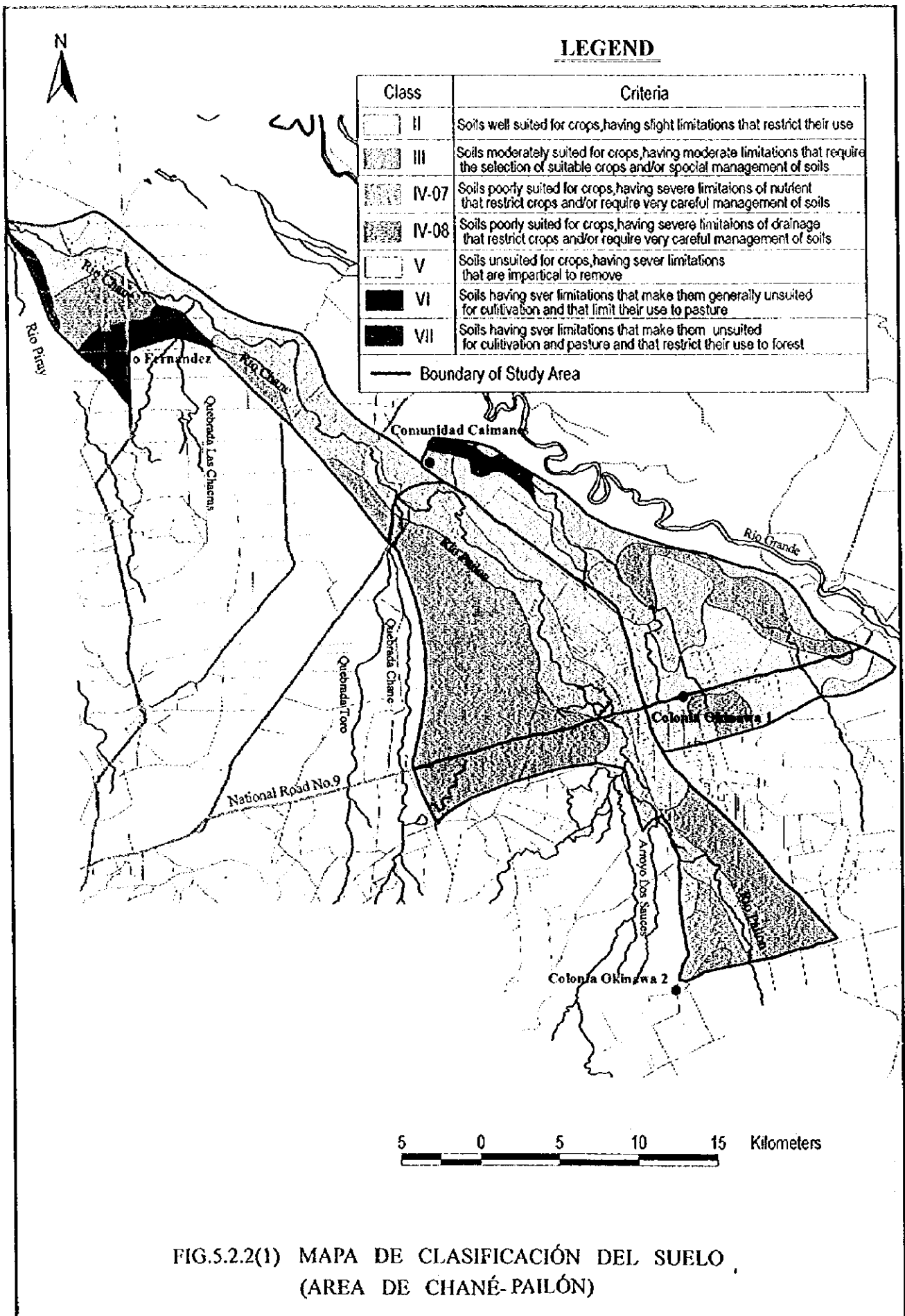


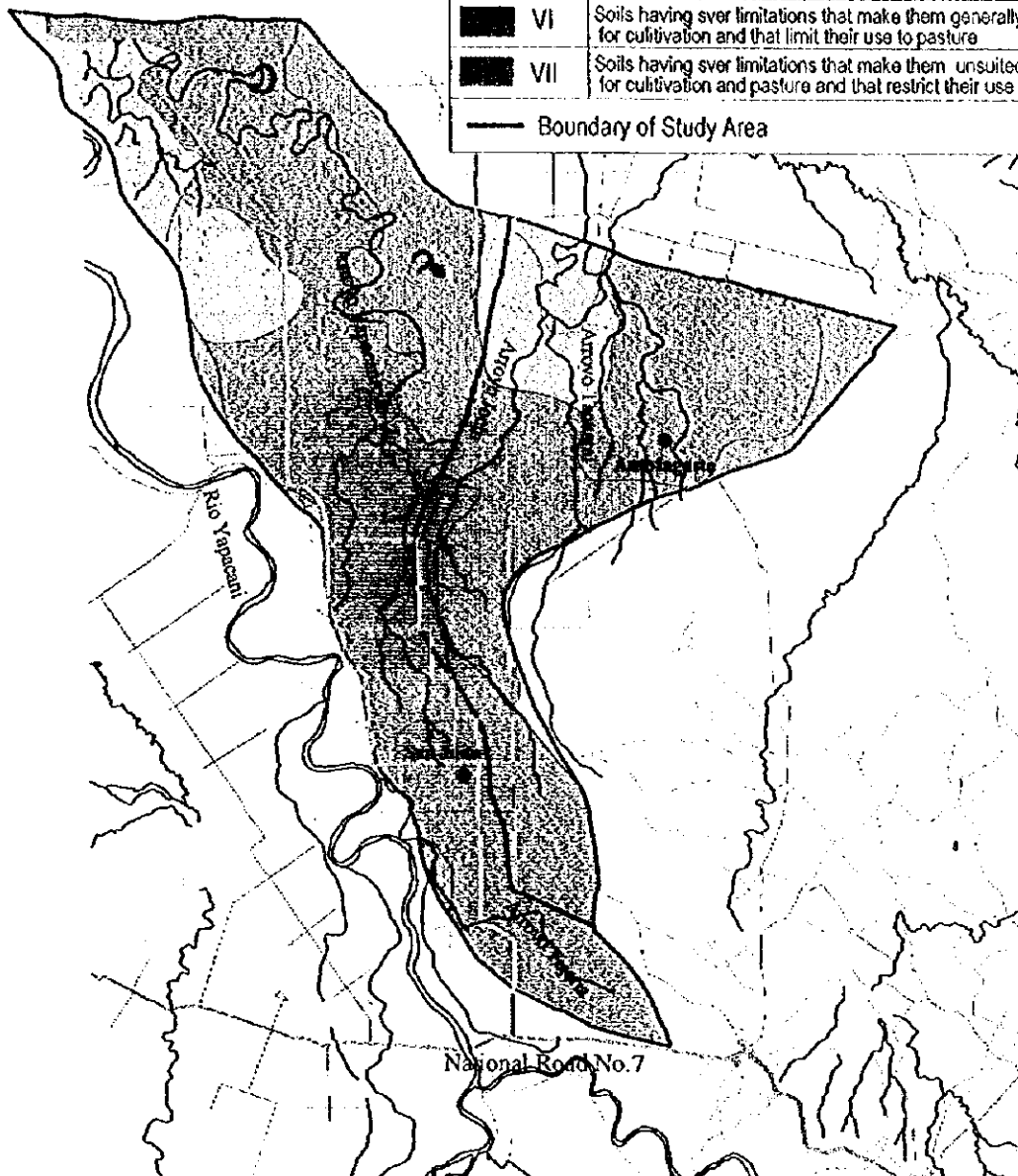
FIG.5.2.2(1) MAPA DE CLASIFICACIÓN DEL SUELO,
(AREA DE CHANÉ-PAILÓN)



LEGEND

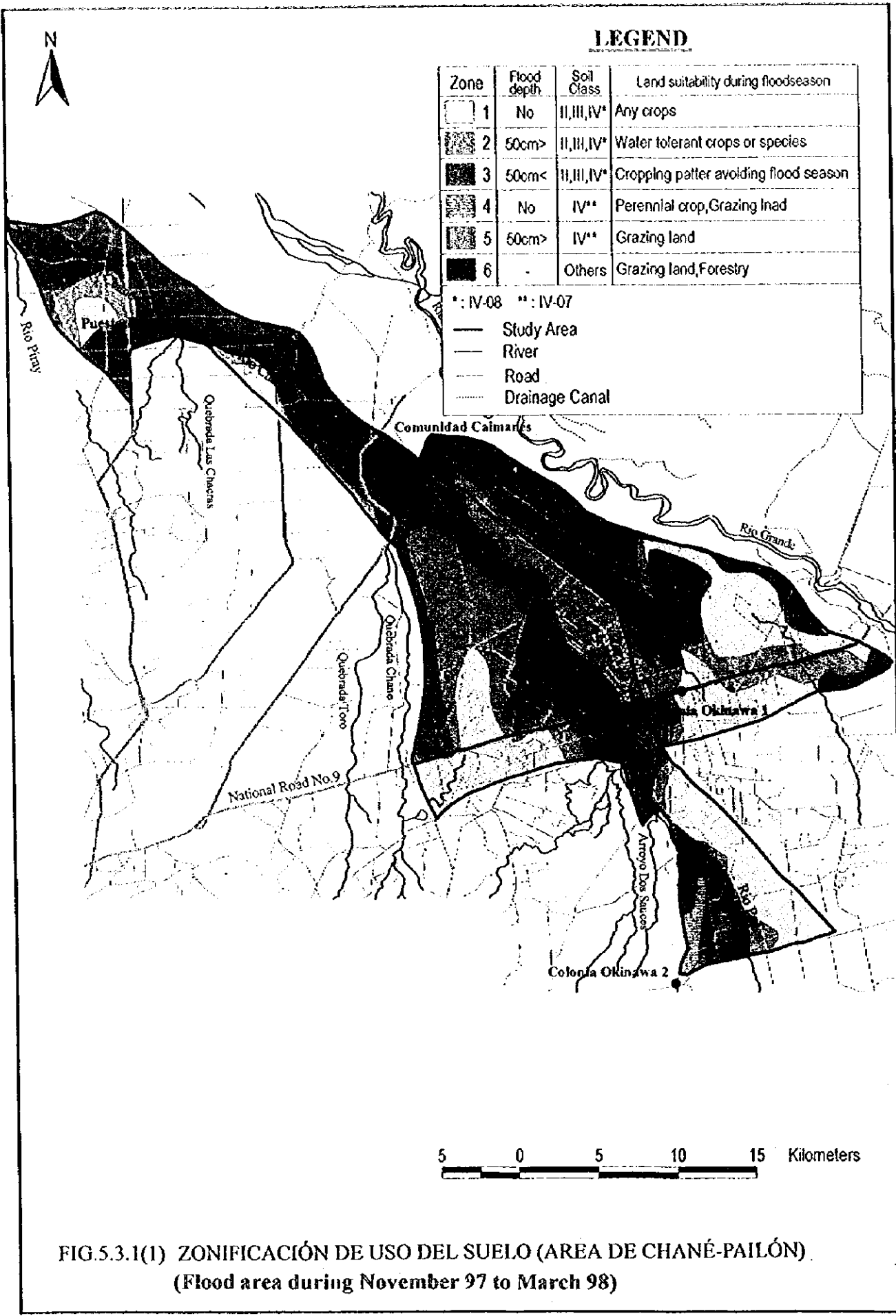
Class	Criteria
II	Soils well suited for crops, having slight limitations that restrict their use
III	Soils moderately suited for crops, having moderate limitations that require the selection of suitable crops and/or special management of soils
IV-07	Soils poorly suited for crops, having severe limitations of nutrient that restrict crops and/or require very careful management of soils
IV-08	Soils poorly suited for crops, having severe limitations of drainage that restrict crops and/or require very careful management of soils
V	Soils unsuited for crops, having severe limitations that are impractical to remove
VI	Soils having severe limitations that make them generally unsuited for cultivation and that limit their use to pasture
VII	Soils having severe limitations that make them unsuited for cultivation and pasture and that restrict their use to forest

— Boundary of Study Area



5 0 5 10 15 Kilometers

FIG. 5.2.2(2) MAPA DE CLASIFICACIÓN DEL SUELO
(AREA DE SAN JUAN-ANTOFAGASTA)

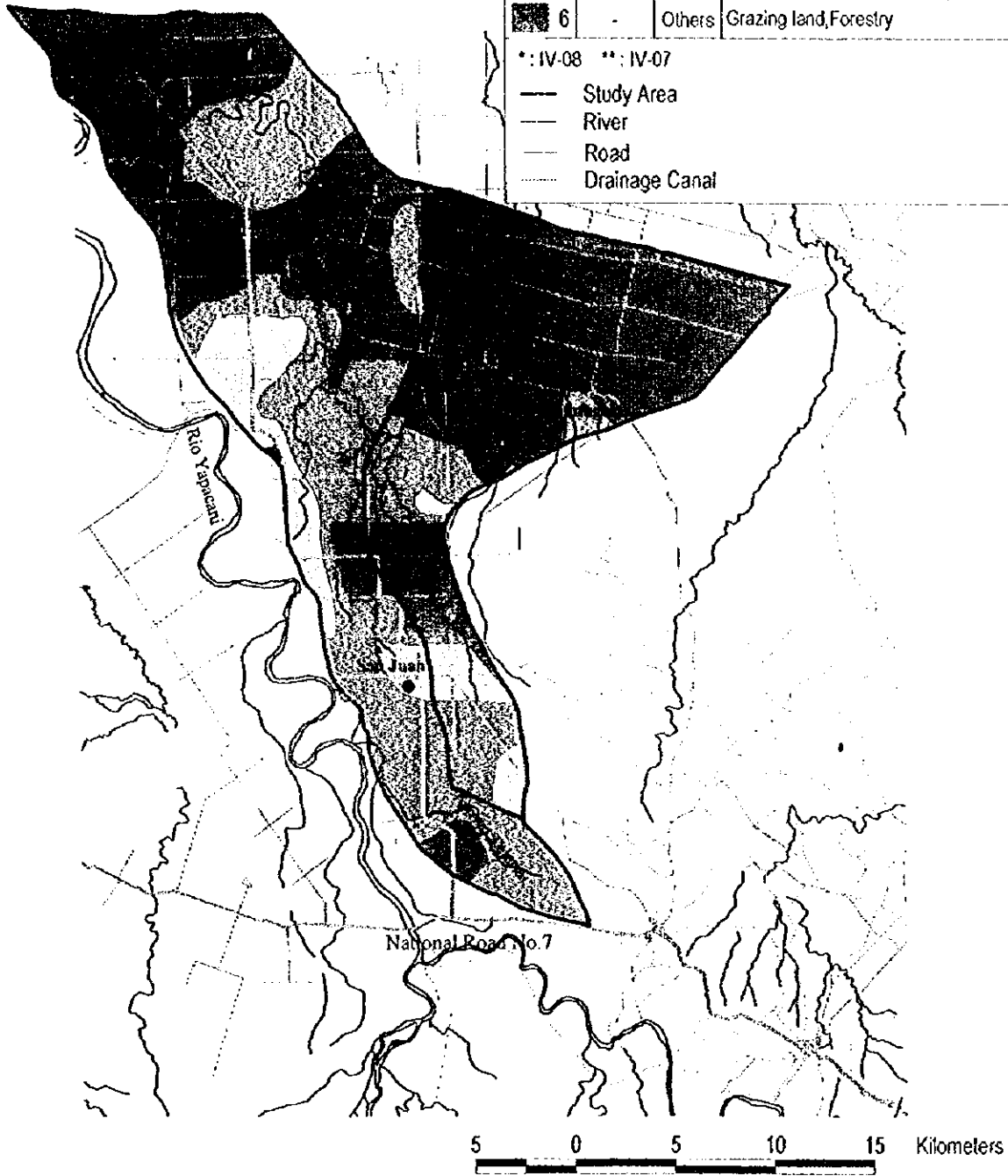




LEGEND

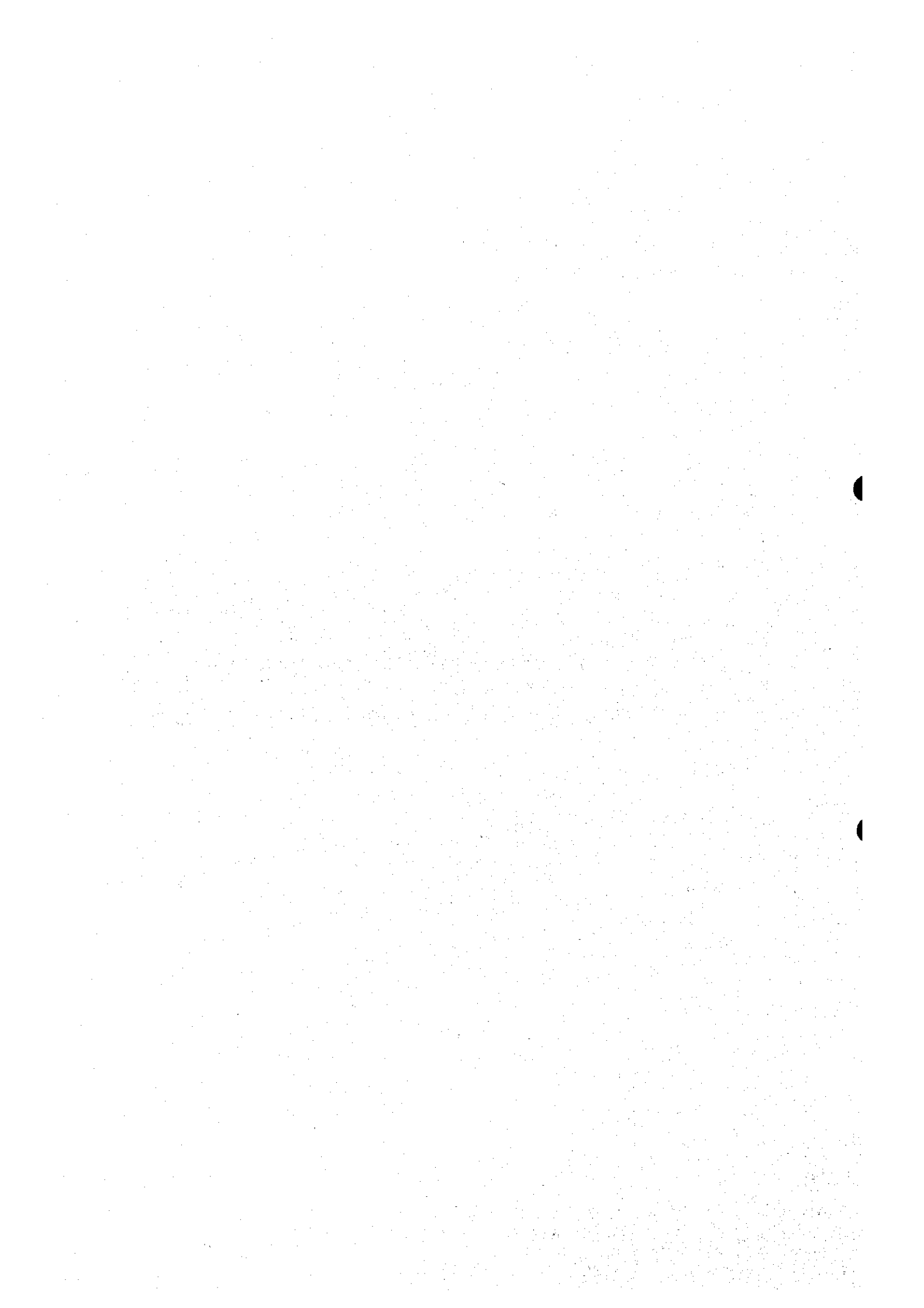
Zone	Flood depth	Soil Class	Land suitability during floodseason
1	No	II,III,IV*	Any crops
2	50cm>	II,III,IV*	Water tolerant crops or species
3	50cm<	II,III,IV*	Cropping patter avoiding flood season
4	No	IV**	Perennial crop,Grazing Inad
5	50cm>	IV**	Grazing land
6	-	Others	Grazing land,Forestry

*: IV-08 **: IV-07
 — Study Area
 — River
 — Road
 - - - Drainage Canal



**FIG.5.3.1(2) ZONIFICACIÓN DE USO DEL SUELO
 (AREA DE SAN JUAN- ANTOFAGASTA)
 (Flood area during December 96 to February 97)**

CAPITULO 6
MITIGACION DE INUNDACIONES Y
MEJORAMIENTO DE DRENAJES



CAPITULO 6 MITIGACION DE INUNDACIONES Y MEJORAMIENTO DE DRENAJES

6.1 Mitigación de Inundaciones

6.1.1 Concepto Básico de Mitigación de Inundaciones

(1) Condición General de las Inundaciones

El Area de Estudio está ubicada en un área con riesgo de inundación, la cual está clasificada en cuatro categorías de acuerdo a las causas de las inundaciones:

Categoría	Causas de Inundaciones
-1	Area de inundación causada por crecidas de ríos mayores como el Río Grande, Río Piray, o Río Yapacaní,
-2	Area de inundación causada por inundaciones de su propia cuenca con efecto de remanso del Río Piray,
-3	Area de inundación causada por inundaciones de su propia cuenca con crecidas de ríos mayores,
-4	Area de inundación causada por inundaciones de su propia cuenca.

El Area de Estudio ha sido dividida en la siguiente forma:

1) El Area de Chané - Pailón

En la Cuenca del Río Pailón, el área aguas abajo de la Carretera Nacional No. 9 pertenece a la Categoría-2. El área sufre de inundaciones anuales y fue severamente dañada por las inundaciones de 1992.

El área aguas arriba de la Carretera Nacional No. 9 pertenece a la Categoría-4. Los daños por inundación no son tan severos como en el área aguas abajo debido a que la profundidad y la duración de las inundaciones son menores que aguas abajo.

El tramo aguas abajo del Río Chané pertenece a la Categoría-1 y -2. Las condiciones de las inundaciones de este tramo tienen que ser mejoradas en parte por las medidas de mitigación de inundaciones del Río Piray.

La cuenca del Drenaje de Okinawa pertenece a la Categoría-1 y -4. El área sufre de inundaciones causadas principalmente por su propia cuenca, sin embargo, algunas veces las inundaciones del Río Grande ejercen influencia.

Las áreas entre el Río Grande y el Río Chané-Pailón son inundadas por el Río Grande, teniendo las Categorías-1 y -2 aguas abajo de la Carretera No. 9 y Categorías-1 y -4 aguas arriba de la Carretera No. 9 entre el curso de estos ríos.

2) Área de San Juan - Antofagasta

Estas áreas pertenecen a la Categoría-3 y -4. Esta área está compuesta de las cuencas del Arroyo Yapacanicito, Arroyo Jochi y Arroyo Tacuaral. La Colonia San Juan de Yapacaní es un área agrícola intensiva en lo que respecta al arroz, soya y huevos. Antofagasta es una importante colonia local con un gran potencial agrícola.

(2) Concepto Básico de Medidas de Mitigación de Inundaciones

Las medidas de mitigación de inundaciones están compuestas de medidas de tipo estructural y no-estructural. En el Estudio del Plan Maestro en 1996, las medidas estructurales se planeó aplicarlas en áreas con severos daños por inundaciones y las medidas no-estructurales se planearon para áreas que no tienen problemas significativos de inundaciones. De acuerdo con los análisis y los estudios de inundaciones, el Área de Estudio está identificada como área con severos daños por inundación, por esta razón ambas medidas estructurales y no-estructurales serán aplicadas.

Las medidas estructurales propuestas en el Estudio del Plan Maestro en 1996 son las siguientes:

- **Mejoramiento de ríos**
El trabajo de mejoramiento de ríos consiste en incrementar la capacidad de conducción de los canales a través del ensanchamiento, profundización y mejoramiento de los canales.
- **Camino-Terraplén**
El camino-terraplén tendrá los efectos de terraplén contra inundaciones y de camino.

Debido a que el área con riesgo de inundaciones consiste principalmente de tierras

agrícolas, una mitigación absoluta de inundaciones y problemas de drenaje es poco factible económica y físicamente. Para reducir la escala requerida de infraestructuras de mitigación de inundaciones y mejoramiento de drenajes, los efectos de lagunas de detención naturales de las áreas pantanosas son propuestos para utilizarlos tanto como sea posible en el Plan Maestro.

(3) Revisión de las Medidas Estructurales propuestas en el Estudio del Plan Maestro

1) El Area de Chané – Pailón

El área consiste de las siguientes 6 cuencas de drenaje:

- Cuenca del Río Chané
- Cuenca de la Quebrada El Toro
- Cuenca del Río Pailón
- Cuenca de la Quebrada Las Chacras
- Cuenca de la Quebrada Chané
- Cuenca del Drenaje de Okinawa

Las medidas estructurales propuestas fueron el mejoramiento de los ríos, principalmente el agrandamiento de las secciones transversales existentes para incrementar sus capacidades de flujo.

En el Estudio del Plan Maestro, un orden de prioridad fue establecido para las cuencas desde un punto de vista técnico, económico, social y ambiental. Las cuencas con más prioridad para el Estudio de Factibilidad fueron las siguientes:

- Cuenca del Río Chané
- Cuenca del Río Pailón
- Cuenca del Drenaje de Okinawa

2) Area de San Juan – Antofagasta

Las áreas identificadas en el Estudio del Plan Maestro fueron las siguientes:

- Area de San Juan
- Area de Antofagasta

Las medidas estructurales propuestas fueron el mejoramiento de ríos y el camino-terraplén. El mejoramiento de ríos era principalmente el agrandamiento de las secciones transversales existentes de los ríos para incrementar sus capacidades de flujo mientras que el camino-terraplén era para aumentar la altura del terraplén para proteger de rebalses.

En el Estudio del Plan Maestro, un orden de prioridad fue establecido para las áreas desde un punto de vista técnico, económico, social y ambiental. Las áreas de más prioridad propuestas fueron las siguientes:

- Area de San Juan

- Area de Antofagasta

6.1.2 Escala de Diseño y Criterio

(1) Escala de Diseño

Las siguientes escalas de diseño para el mejoramiento de ríos, del Estudio del Plan Maestro, están basadas en los resultados de los análisis en términos técnicos, económicos y sociales:

- 1) Los resultados de los análisis en el Area de Chané - Pailón muestran que la escala de diseño más efectiva para las medidas de mitigación de inundaciones es entre 5-años y 10-años de frecuencia de inundación.
- 2) Los resultados de los análisis en el Area de San Juan - Antofagasta muestran que la escala de diseño más efectiva es aproximadamente la inundación de 10-años de frecuencia.

Del mismo modo, se decidió aplicar la escala de diseño de una inundación de 10-años de frecuencia para los trabajos de mejoramiento de ríos en el estudio de factibilidad.

(2) Criterio de Diseño

El criterio de diseño para las medidas estructurales establecido en el Estudio del Plan Maestro es también usado en el Estudio. El criterio se lo puede resumir como sigue:

1) Escala de diseño de inundación

La escala de diseño de inundación fue seleccionada del análisis hidrológico en la siguiente forma:

Infraestructura para mitigación de inundaciones: 10-años período de retorno

2) Profundidad de inundación permisible

La profundidad de inundación permisible decidida considerando la tolerancia y daños de los cultivos en el área de estudio es:

Profundidad de inundación permisible: 30 cm

3) Diseño de la Sección Transversal

El diseño de la sección transversal para la mitigación de inundaciones que fue seleccionado basado en el concepto de permitir inundación en las áreas de inundación a lo largo del río durante la inundación de diseño es una sección trapezoidal.

6.1.3 Medidas Estructurales Propuestas para Mitigación de Inundaciones

(1) Mejoramiento de Ríos

Los trabajos de mejoramiento de ríos son:

- 1) El Area de Chané – Pailón
 - Río Chané (26,350 km de longitud)
 - Río Pailón (31,410 km de longitud)

- 2) El Area de San Juan – Antofagasta
 - Arroyo Yapacanicito (17,360 km de longitud)
 - Arroyo Jochi (11,800 km de longitud)
 - Arroyo Tacuaral (5,800 km de longitud)

La localización de las medidas estructurales propuestas se muestra en la Fig. 6.1.1. Los proyectos y diseño de la sección transversal para los trabajos de mejoramiento de ríos se muestran en la Tabla 6.1.1. La sección transversal y los perfiles longitudinales fueron seleccionados basados en los análisis hidrodinámicos mencionados en el Capítulo 4. Los caudales de diseño se muestran en la Fig. 6.1.2. Las elevaciones propuestas del lecho de los ríos fueron establecidas para minimizar los trabajos de excavación bajo la condición de que una inundación de 5-años de frecuencia fluiría sin rebalsar y una inundación de 10-años de frecuencia fluiría con un rebalse con una profundidad permisible de 30 cm. Los perfiles longitudinales propuestos para los trabajos de mejoramiento de ríos se muestran en la Fig. 6.1.3.

(2) Estructuras Relacionadas

1) Camino-Terraplén

El camino-terraplén se planea aplicarlo en el área de San Juan – Antofagasta. El camino-terraplén propuesto va desde el Camino Principal de San Juan hasta el Camino Principal de Antofagasta a lo largo de la división entre las cuencas del Arroyo Yapacanicito y Arroyo Jochi, el cual tiene una longitud de 9,83 km. Su función es la de separar físicamente las cuencas de estos dos ríos y prevenir que el rebalse de la cuenca del Arroyo Jochi fluya a la cuenca del Arroyo Yapacanicito.

La elevación del camino-terraplén esta establecida en 80 cm o más desde el nivel del suelo, lo cual significa 30 cm de profundidad de inundación permisible para la inundación de 10-años de frecuencia además de 50 cm de margen libre. El perfil propuesto para el camino-terraplén se muestra en la Fig. 6.1.4.

2) Puentes

Debido al ensanchamiento de los canales, algunos de los puentes existentes a lo largo de los ríos a ser mejorados serán remplazados por nuevos. Se planea remplazar un total de nueve (9) puentes los cuales son los siguientes:

El Area de Chané - Pailón

- Río Chané : 4 puentes
- Río Pailón : 1 puente

El Area de San Juan - Antofagasta

- Arroyo Yapacanicito : 1 puente
- Arroyo Jochi : 2 puentes
- Arroyo Tacuaral : 1 puente

El criterio de diseño para los puentes se resume como sigue:

- Escala de Diseño de Inundación

Una frecuencia de inundación de 50-años se aplica para la condición de diseño de inundación de los puentes en consideración a la importancia de las estructuras.

- Ancho de Puente

Los puentes propuestos están categorizados en 2 tipos, basados en las condiciones existentes de los caminos y en el volumen de tráfico esperado. El puente Tipo A, de 8 m de ancho, será aplicado para la condición de alto tráfico, y el puente Tipo B, de 5.5 m de ancho, para la condición de poco tráfico.

La ubicación y dimensión de los puentes propuestos se muestran en la Tabla 6.1.2.

6.1.4 Area de Inundación

Debido a los trabajos de mejoramiento de drenajes, el Area de Estudio será mejorada significativamente tanto en área de inundación como en profundidad. Sin embargo, algunas áreas de inundación permanecerán.

Las áreas de inundación bajo condiciones de con y sin proyecto son estudiadas en varias frecuencias de inundación basadas en las simulaciones de modelos HD como se menciona en el Capítulo 4. El área y profundidad estimadas de inundación con y sin proyecto en la frecuencia de inundación de 10-años se muestran en la Tabla 6.1.3 y en la Fig. 6.1.5. Las áreas se resumen como sigue:

AREA DE INUNDACION EN INUNDACION DE 10-AÑOS DE FRECUENCIA

	Area Chané -- Pailón			Area San Juan -- Antofagasta	
	Río Chané	Río Pailón	D. de Okinawa	San Juan	Antofagasta
Area inundada sin proyecto	91,8 %	90,4 %	59,8 %	91,5 %	97,3 %
Area inundada con proyecto	88,8 %	29,6 %	13,4 %	58,3 %	45,6 %
Relación con / sin	96,7 %	32,7 %	22,4 %	63,7 %	46,9 %

A lo largo del Río Chané, la reducción en el área de inundación se estima que es pequeña debido a que esta área es afectada por efectos de remanso del Río Piray y también es afectada por el aumento en caudal debido al mejoramiento del río aguas arriba. Sin embargo, la profundidad promedio de inundación será incrementada por el proyecto en esta área. En las otras cuencas, el área de inundación será reducida por el proyecto de un 22.4 % a un 46.9 % del área de inundación sin proyecto.

6.1.5 Lista de Cantidades para Mitigación de Inundaciones

La lista de cantidades para los trabajos de mejoramiento de ríos y para el camino-terraplén se muestran en la Tabla 6.1.4.

6.2 Mejoramiento de Drenaje

6.2.1 Concepto Básico de Mejoramiento de Drenaje

(1) Condición General del Problema de Drenaje

En general las condiciones de drenaje en el área de estudio no son eficientes debido a su suave y ondulada topografía y a sus suelos con baja permeabilidad. Las inundaciones ocurren frecuentemente por lluvias fuertes y crecidas de ríos durante la temporada de lluvias entre noviembre y febrero, durante 4 meses. Las aguas tienden a estancarse por periodos largos como resultado de las ineficientes condiciones de drenaje. Sin embargo, algunas lluvias fuertes de corta duración de aproximadamente 1 ó 2 días en la temporada seca también ocasionan inundaciones.

Las áreas con drenaje pobre identificadas en el Area de Estudio se muestran en la Fig. 6.2.1. Las áreas de drenaje pobre debido a sus condiciones topográficas y de suelo son estudiadas basadas en la clasificación de suelos hecha por la UTD-PLUS de la Prefectura del Departamento. Las áreas con drenaje pobre debido a la insuficiente capacidad para las inundaciones de los ríos son estudiadas basadas en los resultados del Estudio del Plan Maestro y las encuestas para las condiciones de inundación llevadas a cabo durante este Estudio. Las condiciones de drenaje del Area de Estudio se resumen a continuación:

Area de Drenaje	Area en Total (km ²)	Area con Problema de Drenaje (Clase de Suelo II a IV) (km ²)	Area con Problema de Drenaje (Clase de Suelo V a VII) (km ²)	Area que sufre de inundaciones anuales (km ²)
Area de Chané	143,7	19,3	62,9	121,3
Area de Pailón	270,9	53,8	59,7	122,2
Area Drenaje Okinawa	185,0	33,9	67,8	162,1
Area de San Juan	369,3	309,8	59,5	292,0
Area de Antofagasta	238,0	197,8	40,2	134,7
TOTAL	1.206,9	614,6	290,1	832,1

(2) Concepto Básico para el Mejoramiento de Drenaje

El concepto básico para el mejoramiento de drenaje en el Area de Estudio se resume a continuación:

1) La Cuenca del Chané

Esta área se beneficiará significativamente por el mejoramiento del Río Chané en lo que a condición de inundación se refiere.

2) La Cuenca del Pailón

Esta área también se beneficiará significativamente del mejoramiento del Río Pailón en su condición de inundación. El desarrollo de un sistema de drenajes secundarios es también necesario para incrementar el efecto del mejoramiento del río.

El área norte a lo largo de la Carretera Nacional No. 9, entre el Río Pailón y la población de El Tajibo, ha estado sufriendo de condiciones pobres de drenaje. Para mejorar esta situación, se necesita desarrollar canales de drenaje aguas abajo de la Carretera No. 9.

3) La Cuenca del Drenaje de Okinawa

En el tramo más abajo de la Carretera No. 9, se propone una red de canales principales a lo largo de los canales de drenaje existentes para mejorar las condiciones y el canal de drenaje deberá ser extendido hasta un supuesto curso antiguo del Río Grande. El exceso de agua será drenado al curso antiguo del Río Grande.

El mejoramiento del Drenaje Principal de Okinawa contribuirá a la mitigación de daños por inundación causados por las crecidas del Río Grande transportando aguas de inundación externas rápidamente.

4) El Area de San Juan

El mejoramiento de la capacidad de flujo del Arroyo Tejeria y Jochi, y la construcción de un camino-terraplén entre las cuencas del Arroyo Yapacanicito y Jochi son capaces de prevenir la intrusión del agua de la crecida a la otra cuenca.

El mejoramiento de la capacidad de flujo del Arroyo Yapacanicito, la rehabilitación de los drenajes principales existentes y el desarrollo de redes de canales secundarios son necesarios para incrementar la capacidad de drenaje en el área.

5) El Area de Antofagasta

Para el mejoramiento de la capacidad de drenaje en el área se necesita mejorar el Arroyo Jochi y Tacuaral, construir un drenaje principal en el área central y desarrollar redes de drenajes secundarios.

También se necesita que el área pantanosa se conserve como una laguna de detención para reducir el impacto del mejoramiento de ríos y sistemas de drenaje a la cuenca baja.

6.2.2 Escala de Diseño y Criterio

(1) Escala de Diseño

La escala de diseño para la infraestructura de drenaje esta planeada para ser de 2 a 5-años de frecuencia, no existiendo inundación en los 2-años de frecuencia de inundación y con la profundidad de inundación permisible en los 5-años de frecuencia de inundación.

(2) Criterio de Diseño

1) Profundidad de Inundación y Duración Permisible para Cultivos

Para un plan de mejoramiento de drenaje, es razonable considerar una profundidad de inundación permisible para cultivos. De acuerdo al Estudio del Plan Maestro sobre el daño de las inundaciones a los cultivos, la profundidad de inundación permisible es de 30 cm.

2) Clasificación de Canales

El canal de drenaje planeado esta clasificado por su rol en el sistema de drenaje. El drenaje principal esta especificado como el canal primario que drena directamente al río, y el canal de drenaje secundario es el canal que drena al canal principal.

6.2.3 Medidas Estructurales Propuestas para Mejoramiento de Drenaje

(1) Mejoramiento de Drenaje

Las medidas estructurales propuestas para el mejoramiento de drenaje están compuestas de mejoramiento, desarrollo y rehabilitación de drenajes principales, desarrollo de drenajes secundarios y mejoramiento de canales de drenaje para cruzar la Carretera Nacional No. 9.

Los trabajos de mejoramiento de drenaje propuestos son:

1) El Area de Chané – Pailón

Drenaje Principal

- Drenaje Principal de Okinawa (21,650 km de longitud)

Canales de Drenaje para cruzar la Carretera Nacional No. 9

- El Rancho Chico (3,600 km de longitud)

- El Chaco (1,470 km de longitud)
- El Empalme II (5,290 km de longitud)

Drenajes Secundarios

- Cuenca del Pailón

2) El Area de San Juan – Antofagasta

Drenaje Principal

- Drenaje Principal de San Juan (total 34,950 km de longitud)
- Arroyo Tejería (total 8,160 km de longitud)
- Drenaje Principal de Antofagasta (total 8,800 km de longitud)

Drenaje Secundario

- Area de San Juan
- Area de Antofagasta

Los ítems del proyecto, caudal de diseño y sección transversal de diseño para el plan de mejoramiento de drenaje se muestran en la Tabla 6.2.1. Las secciones transversales propuestas para el mejoramiento de drenaje están establecidas bajo las condiciones del rebalse. La escorrentía interna de la cuenca en la frecuencia de inundación de 2-años fluirá sin rebalsar sobre las riberas y la escorrentía interna de la cuenca en la frecuencia de 5-años fluirá con un rebalse sobre las riberas menor a los 30 cm de profundidad permisibles. El mejoramiento de drenaje y los perfiles longitudinales propuestos se muestran en la Fig. 6.2.3.

El Drenaje Principal de San Juan está compuesto de 6 canales de drenaje existentes, es decir, los canales de drenaje km 11, km 13, km 15, km 17, km 24 y km 28. Los trabajos de mejoramiento de canales incluyendo el remover obras de cascada y el ajuste de perfiles longitudinales son propuestos para el canal de drenaje del km 13 y km 17. Los trabajos de rehabilitación de canales compuestos de reparación de canales colapsados y de formación de taludes son propuestos para los canales de drenaje del km 11, km 15, km 24 y km 28.

Los canales secundarios están planeados como sigue:

- Longitud de cada canal : 2-3 km de longitud del drenaje principal o río
- Area de drenaje : 5,0 km² cada uno
- Densidad de canales : 0,4 km/km²

La longitud total de cada canal de drenaje en cada área de drenaje ha sido estimada

basada en el caso de estudio hecho en el Estudio del Plan Maestro.

$$L \text{ km} = A_{\text{CUENCA}} \text{ km}^2 \times 0,40 \text{ km/km}^2 \times 0,75$$

donde,

L: Tamaño de Canal en Longitud (km)

A_{CUENCA} : Area de la Cuenca (km^2)

El desarrollo de la red de drenaje secundario está planificado basado en la condición mencionada arriba y en condiciones topográficas. El área objetivo para el mejoramiento de drenajes secundarios se muestra en la Tabla 6.2.2.

(2) Estructuras Relacionadas

1) Puentes

Debido al ensanchamiento de canales, algunos de los puentes existentes a lo largo del mejoramiento de drenajes propuesto serán renovados. Siete (7) puentes han sido propuestos para ser reconstruidos para el mejoramiento de drenajes, lo cual se resume a continuación:

El Area de Chané - Pailón

- Cuenca del Río Pailón 1 puente
- Cuenca del Drenaje de Okinawa 1 puente

El Area de San Juan - Antofagasta

- Area de San Juan 3 puentes
- Area de Antofagasta 2 puentes

El criterio de dimensión para la construcción de puentes es el mismo que el de los trabajos para mejoramiento de ríos.

2) Alcantarillas

Durante el desarrollo de la red de drenaje secundario, es necesaria la construcción de alcantarillas. La ubicación y dimensión de los puentes y alcantarillas propuestas se encuentran enumeradas en la Tabla 6.2.3.

6.2.4 Lista de Cantidades para Mejoramiento de Drenaje

La lista de cantidades para los trabajos de mejoramiento de drenaje se muestran en la Tabla 6.2.4.

6.3 Operación y Mantenimiento

Los trabajos de operación y mantenimiento para el mejoramiento de ríos y drenajes consisten de inspección, mantenimiento regular, mantenimiento periódico y trabajos de rehabilitación. Están definidos como una actividad sistemática para poder preservar y mantener los ríos y sistemas de drenaje en una condición aceptable. El plan de trabajo para la operación y mantenimiento se muestra a continuación:

Items	Actividades	Frecuencia Recomendada
Inspección	Identificar las condiciones de los ríos y canales de drenaje.	Una vez al mes
Mantenimiento Regular	Desbrozar y reparar parcialmente los taludes del canal para mantener la capacidad de flujo del canal en su requerimiento mínimo.	Anualmente, antes y después de la temporada de lluvias.
Mantenimiento Periódico	Reparar taludes colapsados y dragar el lecho del canal para recuperar la capacidad de flujo a su condición inicial.	Depende de los daños (una vez cada unos cuantos años)
Rehabilitación	Reparaciones de gran escala y rehabilitación de canales.	Depende de los daños

Los trabajos de operación y administración de los ríos y drenajes están clasificados en 2 categorías debido a la escala del sistema, es decir, ríos y sistemas de drenaje. La administración de los ríos deberá ser conducida bajo la iniciativa del Gobierno Departamental debido a que las cuencas de los ríos abarcan más de una municipalidad y los trabajos de operación y mantenimiento para ríos son por lo general de gran escala. Por otro lado, un gobierno local individual (a nivel municipal) debido a la escala de la cuenca y de los trabajos puede llevar a cabo la administración de drenajes. La división de actividades de operación y mantenimiento es propuesta a continuación:

Items	Administración de Ríos	Administración de Drenajes	
		Drenaje Principal	Drenaje Secundario
Organización Responsable	Gobierno Prefectural	Municipalidad	Grupo de habitantes
Inspección	Municipalidad bajo el control del Gobierno Prefectural	Municipalidad con la participación de habitantes	Grupo de habitantes
Mantenimiento Regular	Municipalidad con la participación de habitantes bajo el control del Gobierno Prefectural	Municipalidad con la participación de habitantes	Grupo de habitantes
Mantenimiento Periódico	Gobierno Prefectural	Municipalidad	Grupo de habitantes
Rehabilitación	Gobierno Prefectural	Municipalidad	Grupo de habitantes

6.4 Medidas No-Estructurales

Se han previsto medidas no-estructurales para toda el área con riesgo potencial de inundación. Las medidas estructurales generalmente requieren de un período considerable antes de completarse; por lo tanto, el área con riesgo potencial de inundación debe ser protegida y de este modo los daños causados por las inundaciones serán mitigados lo mejor posible utilizando las medidas no-estructurales. Las medidas no-estructurales propuestas incluyen lo siguiente:

6.4.1 Lagunas de Detención

(1) Cuenca de Detención Propuesta

En el Estudio del Plan Maestro, se propusieron cinco áreas de detención dentro del área de Chané-Pailón. Estas se encuentran localizadas aguas arriba del Río Pailón, la Quebrada Chané y el Arroyo Los Sauces. Se espera que estas contribuyan a atenuar la carga aguas abajo al reducir las descargas pico. Es indispensable que la cuenca mantenga las lagunas de detención ya que sus efectos se tienen en cuenta de acuerdo al plan de mejoramiento de ríos. El efecto de cada laguna de detención al reducir la descarga pico se evalúa en el Capítulo 4.

En este estudio, se revisan las lagunas de detención propuestas, y el tipo de reglamentación requerida para la conservación de las áreas de las lagunas de detención será decidida de los siguientes aspectos:

- De acuerdo a aspectos técnicos

La función del área como laguna de detención debe mantenerse mediante la conservación de las condiciones topográficas. Esto significa que la recuperación de tierras o la mejora en el drenaje deben ser prohibidos en esta área.

- De acuerdo a aspectos económicos

Las áreas propuestas como lagunas de detención consisten principalmente en bosques primarios, bosques secundarios, bosques pantanosos, tierra no arable y áreas menores de pastoreo. El potencial de desarrollo para la tierra agrícola es bajo, debido a las pobres condiciones del suelo. Por lo tanto, las restricciones impuestas para el desarrollo no ocasionan un impacto significativo desde el punto de vista económico.

- De acuerdo a aspectos medio ambientales

El actual uso del suelo consiste principalmente en bosques y se espera que exista abundancia en recursos ecológicos y medio ambientales. Por consiguiente, estos deberán ser protegidos de los aspectos medio ambientales.

Las seis áreas de detención propuestas cubren 123,4 km², incluyendo un área pantanosa en el Area de Antofagasta (7,2 km²). Las áreas de lagunas de detención propuestas se muestran en la Fig. 6.4.1, y sus áreas, uso del suelo y clasificación del suelo, se muestran a continuación:

No.	Río	Area (km ²)	Uso Actual de la Tierra	Clase de suelo
1	Río Pailón	51,4	Bosque primario, Bosque secundario, Tierra no arable.	V
2	Río Pailón	10,6	Bosque secundario	V
3	Quebrada Chané	17,5	Bosque primario, Bosque secundario, Area de pastoreo	III, V
4	Arroyo Los Sauces	12,9	Bosque primario	V
5	Quebrada Meco	23,8	Bosque secundario	III
6	Arroyo Jochi, Arroyo Tacuaral	7,2	Bosque primario, Bosque pantanoso.	V
Total		123,4		

(2) Conservación de las Lagunas de Detención

Las lagunas de detención deben ser conservadas prohibiendo cualquier desarrollo de actividades, tales como la reclamación de tierra en el área. Actualmente, existe una nueva Ley Forestal No. 1700, de 1996, como un respaldo legal en lo que concierne al control del uso de suelos dentro y en los alrededores del río, así como también en áreas pantanosas. De acuerdo a la mencionada ley, en estas áreas el propietario obtiene un título de propiedad pero no adquiere el derecho de uso de suelos. Sin embargo, la ley se concentra en el área de inundación permanente y no incluye las áreas de detención, donde se encuentran usualmente áreas de inundación temporal. Por lo tanto, es necesario que la Prefectura designe a dichas áreas como áreas protegidas lo mas antes posible.

Más aún, el Gobierno Municipal desempeña el papel de control de uso de suelos de acuerdo a la ley bajo el control de la UTD-PLUS, Dirección de Recursos Naturales y Medio Ambiente, y División de Planificación del Departamento, sin embargo este no funciona efectivamente debido a la falta de autoridad. Es necesario fortalecer el potencial de la organización para que así se proceda con la administración del control de uso de suelos.

6.4.2 Sistema de Alerta de Inundación

(1) Situación Actual del Sistema de Alerta de Inundación en el Area de Estudio

Actualmente, existe un solo sistema establecido en el Río Piray, este es "Plan de Acción de Emergencia para la Cuenca del Río Piray".

En el área de Okinawa se sufre de inundaciones del Río Pailón y Río Grande. La Asociación Japonésa-Boliviana de la Colonia Okinawa y la Cooperativa Integrada para la Agricultura y la Cría de Ganado de la Colonia Okinawa (CAICO), las organizaciones de agricultores, trabajan en conjunto para recabar información de inundaciones vía telefónica de las unidades involucradas de la Prefectura y del pueblo de Abapó, localizado a 120 km aguas arriba del Río Grande. Estos deciden y hacen públicos los avisos de alerta de inundación a los habitantes dentro y en los alrededores del área esperada de inundación y los organizan para combatir la inundación en base a la información de acuerdo a su experiencia. Así mismo, transmiten la información a localidades locales vecinas.

(2) Plan de Acción de Emergencia para la Cuenca del Río Piray

El Plan de Acción de Emergencia para la Cuenca del Río Piray, ha sido establecido por la Prefectura para proteger a la población de las inundaciones del Río Piray

dentro y en los alrededores de la ciudad de Santa Cruz, así como también, a lo largo de las orillas del río. La información y la red de acción contra las inundaciones se muestra en la Fig. 6.4.2. En este Plan, el SEARPI y Defensa Civil se definen como la parte más importante de la red. Sus responsabilidades principales incluyen las siguientes:

- SEARPI : Observar los niveles de agua y decidir los niveles de alerta,
Transmitir la información de emergencia a Defensa Civil,
- Defensa Civil : Dar la voz de alerta a la población a través de los medios de comunicación,
Organizar las actividades de apoyo, ayuda y evacuación.

Dentro del plan ordinario, el Centro de Operación Conjunta (COD) era una organización temporaria, que actuaba en caso de emergencia. En Marzo 1998, el Comité Departamental de Defensa Civil (CDDC) decidió establecer el Centro Operativo de Emergencia Departamental (COED) bajo la Dirección del Interior de la Prefectura, como una organización permanente trabajando 24 horas, para fortalecer su función y hacerla efectiva. Se planea que el COED estará bajo el control directo del Prefecto a finales de 1998. El papel del COED se define como una estructura básica para el apoyo, rescate y acción inmediata en la ayuda en casos de emergencia debido a las inundaciones, sequías, fuego y otros desastres que pudieran poner en peligro la vida de los habitantes o poner en riesgo las propiedades y la seguridad de la población en el Departamento. El alcance del COED también cubre el publicar la información en caso de desastres, como así también de las actividades mencionadas arriba.

(3) Sistema de Alerta Propuesto dentro del Area de Estudio

1) Esquema de Alerta de Inundación

Un sistema de alerta de inundación se establece para tres objetivos: (i) observación y evaluación de datos, (ii) transmisión de información y hacerla pública, y (iii) evacuación de la población con riesgo de inundación.

Para el sistema de alerta, se propone establecer dos organizaciones principales, que son el Centro de Alerta, responsable de la observación y evaluación de los datos y el Centro de Operación, responsable de la transmisión de información, el hacerla pública y de la evacuación. Contando con el uso completo de las organizaciones existentes, se propone que el Centro de Alerta se establezca en la División de Planificación Estratégica del Departamento, y que el Centro de Operación esté involucrado con el COED.

Al mismo tiempo, los gobiernos locales deben estar coordinados como un sistema de transmisión de información. La información de alerta será transmitida desde COED a la Alcaldía, y llegará a los habitantes mediante los niveles de Cantón/Sub-Alcaldía.

La actividad propuesta y las medidas necesarias para cada organización se muestran a continuación:

Organización	Actividad	Medidas necesarias
Centro de Alerta en la Unidad de Planificación Estratégica del Departamento	<ul style="list-style-type: none"> -Observación y recolección de datos de precipitación pluvial y datos hidrológicos. -Operación y mantenimiento del sistema de observación. -Evaluación de datos recolectados y decisión del nivel de alerta. -Transmisión de decisión al Centro de Operación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación de hidrólogos y otros especialistas necesarios para el sistema de alerta, - Preparación del personal y presupuesto para la operación y mantenimiento del sistema de observación. - Coordinación con agencias involucradas: SEARPI y MACUSY.
Centro de Operación (COED)	<ul style="list-style-type: none"> -Declaración de alerta. -Transmisión de información a la población mediante el gobierno local. -Emisión de la información mediante radio y TV. -Medidas para la evacuación de la población en riesgo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Coordinación de los gobiernos locales a niveles de alcaldía-cantón/alcaldía para la formulación de un sistema efectivo de transmisión de información.

El esquema de toma de decisión y el sistema de transmisión de alerta de inundación se resume en la Fig. 6.4.3.

2) Sistema de Alerta de Inundación

Para el sistema de alerta de inundación, se propone que en el área de estudio se decida dar la voz de alerta en base a los datos de precipitación pluvial recolectados en las estaciones existentes y en los que aplican tres categorías. Las estaciones de medición de precipitación propuestas para ser utilizadas como alerta son:

- Saavedra (actualmente se recolecta datos diarios de precipitación pluvial)
- CETABOL (actualmente se recolecta datos horarios de precipitación pluvial)
- Trompillo (actualmente se recolecta datos diarios de

- San Juan de Yapacaní (precipitación pluvial)
(actualmente se recolecta datos diarios de precipitación pluvial)

La capacidad de estas estaciones a excepción de CETABOL, necesita ser mejorada para recolectar datos horarios de precipitación y poder tomar una decisión de alerta.

Las categorías de alerta propuestas consisten de los siguientes niveles:

- Alerta Nivel 1: para precipitación con un período de retorno de 2 años
- Alerta Nivel 2: para precipitación con un período de retorno de 5 años
- Alerta Nivel 3: para precipitación con un período de retorno de 10 años

El proceso de toma de decisión de alerta se resume en la Fig. 6.4.4, y el mejoramiento propuesto del sistema de observación se muestra en la Fig. 6.4.5.

Además, se propone establecer un sistema de alerta para las inundaciones del Río Grande en el área Chané-Pailón. Este sistema de alerta deberá estar basado en el nivel del agua, aguas arriba del Río Grande, debido a las características de dicho río. Se propone establecer una nueva estación de medición en Abapó para dicho sistema.

6.4.3 Manejo de Areas de Inundación

Esta medida debe aplicarse para toda el área con riesgo de inundación. El manejo de áreas de inundación consiste de las siguientes partes:

- Preparación y publicación de un mapa del área con riesgo potencial de inundación,
- Plan de manejo de uso de suelos,
- Mejoramiento del sistema de cultivo (mediante manejo de uso de suelo y sistema de cultivos)

El mapa del área con riesgo probable de inundación ayudará a la población a lidiar con las inundaciones al contar con propiedades y cultivos agrícolas protegidos en caso de inundaciones.

Para reducir los daños causados por las inundaciones, se propone como manejo del uso de suelos, mejorar el uso de suelos existente y el sistema de cultivo. El actual uso de suelos existente en el área de peligro de inundación será estudiado en base a la clasificación del suelo y las condiciones potenciales de inundación. Los puntos para el mejoramiento del sistema agrícola son como sigue:

- Especificar el área de cultivo apto o no apto para el cultivo en base a las condiciones de inundación y de suelo,
- Proponer sistemas adecuados de cultivo para el área con riesgo de inundación, introduciendo variedades tolerantes al agua o sistemas de cultivo a prueba de inundación con tierras recuperadas de áreas bajas con terraplenes o con camellones,
- Proponer el uso de suelo adecuado para obtener una producción agrícola estable y adecuada. La introducción de un método apropiado de cultivo de acuerdo al potencial adecuado del suelo logrará dicho objetivo,
- La organización o institución para su implementación también es importante para el éxito en el manejo de áreas de inundación. Es así también necesario que se refuerce o establezca la organización pública, que colabora en difundir el sistema apropiado de cultivo y organiza a los grupos de agricultores.

6.4.4 Plan de Evacuación en caso de Inundación

Para proteger las vidas y propiedades de la población, es necesario poner a su alcance un plan de evacuación en caso de inundación y de difundir dicho plan entre los pobladores. En el Estudio, se identifican las rutas posibles de evacuación y refugio.

En el plan de evacuación, las instalaciones posibles para refugio se muestran a continuación:

Instalación	Actividad que desempeña
Escuelas	como refugio
Estación de Policía	como una estación de transmisión de información y rescate
Estación de TV/Radio	como un centro de transmisión de información
Hospital	como una estación de primeros auxilios
Centro Comunitario	como refugio
Base Militar	como un centro de operaciones y estación de rescate
Municipalidad	como un centro de operaciones y transmisión de información
Caminos	como una ruta de evacuación

Las condiciones de las instalaciones públicas y las redes camineras en época de inundaciones se estudian como información básica. Las instalaciones existentes más importantes se muestran en la Fig. 6.4.6 y se listan en la Tabla 6.4.1. Así como también,

las condiciones de los caminos durante la época de lluvias se muestra en Fig. 6.4.7.

El área de refugio de cada área se toma en cuenta considerando que por lo menos un hospital y escuela no sufrirán inundaciones y sirvan como centro de primeros auxilios y refugio. A continuación se muestra el área de refugio propuesta:

Area	Area de Refugio
Chané-1 (aguas abajo)	Puesto Fernández
Chané-2 (tramo medio)	Saavedra
Pailón	Okinawa 1
Okinawa	Okinawa 1
San Juan	San Juan
Antofagasta-1 (ocste)	San Juan
Antofagasta-2 (este)	San Carlos

La localización del área propuesta para el refugio y ruta de evacuación se muestran en la Fig. 6.4.8.

Las instalaciones públicas más importantes en el área propuesta para refugio no se han inundado incluso en las inundaciones de 1992 y 1997/98 respectivamente. Sin embargo, algunas de las rutas de evacuación han sido afectadas por inundaciones en alguna medida, así que es recomendable elevar el nivel de la carretera utilizando tierra extraída del mejoramiento de ríos y drenajes propuesto en este proyecto.

6.4.5 Bosque de Protección

La conservación del bosque existente a lo largo de los canales del río es muy importante, de acuerdo a los aspectos técnicos y medio ambientales. Los bosques a lo largo de los canales del río protegen a dichos canales del desarrollo descontrolado. Más aún, los bosques a lo largo de los canales del río son ricos en recursos ecológicos.

En el Estudio del Plan Maestro, se propone que la conservación de los bosques de protección a lo largo de los canales del río sea de 1 km en ambas riberas de los ríos principales y de 100m de ancho en ambas riberas de los tributarios.

Después del Estudio del Plan Maestro, desde 1996 se ha seguido la Nueva Ley Forestal No. 1700, la cual regula el uso de suelos de 10m a 100 m en ambas riberas de los canales de los ríos o áreas pantanosas dependiendo de sus escalas como se menciona en el Capítulo 9. La clasificación del área de protección se resume a continuación:

Categoría	Area Regulada para la Protección
Areas pantanosas y humedales	50 m de ancho alrededor de esta área El área que se inunda temporalmente y es usualmente utilizada para la agricultura, se excluye de la regulación.
Río pequeño <i>Quebrada y Arroyo</i> se incluyen en este grupo	10 m de ancho en ambos lados de los canales del río dentro de un área libre de inundación, y 20 m de ancho en ambos lados de los canales del río para un área de inundación
Río caudaloso <i>Río</i> se incluye en este grupo	50 m de ancho en ambos lados de los canales del río dentro de un área libre de inundación, y 100 m de ancho en ambos lados de los canales del río para un área de inundación

De acuerdo con la revisión del plan propuesto por el Estudio del Plan Maestro, el bosque protegido a lo largo de los ríos internos en el área de estudio se define como se muestra a continuación de acuerdo a la Nueva Ley Forestal. Sin embargo, para un río caudaloso como el Río Grande y Río Yapacaní se requiere 1 km de ancho de bosque de protección en ambos lados, esto debido a que sus inundaciones ocasionan una marcada influencia en las áreas a lo largo del río y el canal mismo es aún inestable.

Río	Bosque de Protección Propuesto
Area Chané-Pailón Río Chané y Río Pailón	100 m de ancho en ambos lados de los canales del río
Río Grande	1.000 m de ancho en ambos lados de los canales del río
Area San Juan-Antofagasta Arroyo Yapacanicito, Arroyo Jochi y Arroyo Tacuaral	20 m de ancho en ambos lados de los canales del río
Río Yapacaní	1.000 m de ancho en ambos lados de los canales del río

En el Estudio se propone como medida estructural el mejoramiento del río ensanchando el canal del río. Para este propósito se deforestarán los bosques a lo largo de los canales del río, por lo tanto, el ancho de los bosques de protección disminuirá localmente a diferencia de la reglamentación. En ese caso, en el Proyecto propondrá la reforestación necesaria.

La reforestación del bosque protegido es propuesto en el área en donde el bosque protegido será cortado debido a los trabajos de mejoras de ríos.

Las áreas propuestas para la reforestación se muestran abajo:

Area	Longitud	Area
A lo largo del Río Chané	2.9 km	58.0 ha
A lo largo del Río Pailón	1.5 km	30.0 ha
A lo largo del Arroyo Yapacanicito	6.6 km	26.4 ha
A lo largo del Arroyo Jochi y Arroyo Tacuaral	6.4 km	25.6 ha

Actualmente, la responsabilidad del control del uso de suelos y la conservación de los bosques de protección se ha transferido a las autoridades municipales de acuerdo a la política de descentralización de Bolivia. Incluso la administración del uso de suelos con la cooperación de la Prefectura, se ha observado que es insuficiente en autoridad y capacidad debido a la ausencia de un presupuesto, recursos humanos y experiencia. Es necesario fortalecer su autoridad y capacidad para el control de uso de suelos.

6.4.6 Mapa de Areas con Riesgo de Inundación

Los resultados de los estudios arriba mencionados para medidas no-estructurales se organizarán y posteriormente se exhibirán en un mapa de riesgo de inundación como información básica para apoyar a las organizaciones responsables en conducir las medidas no-estructurales y para contribuir en la educación e información pública. El mapa de áreas con riesgo de inundación propuesto se muestra en las Figs. 6.4.9.

6.4.7 Programa de Ejecución para Medidas No-Estructurales

(1) Programa de Ejecución

Las medidas no-estructurales son más fáciles de poner en ejecución que las medidas estructurales debido a que no requieren grandes inversiones pero sí requieren preparación de la organización y reglamentación. Por esta razón, se propone ejecutar las medidas no-estructurales tan pronto como sea posible y antes que las medidas estructurales. Los programas de ejecución propuestos para las medidas no-estructurales se muestran en la Tabla 6.4.2.

(2) Actividades Necesarias y Organizaciones Responsables

Para la ejecución de las medidas no-estructurales, tanto el gobierno Departamental

como el gobierno Municipal tendrán responsabilidades en sus respectivos niveles. Las actividades de las medidas no-estructurales necesarias para cada nivel se muestran en la Tabla 6.4.3.

Los gobiernos Municipales locales tendrán una mayor responsabilidad sobre las actividades necesarias para las medidas no-estructurales como el control del uso de suelo debido a la actual política de descentralización del Gobierno de Bolivia. Sin embargo, tendrán una baja capacidad para la realización de las medidas debido a la falta de presupuesto, recursos humanos y experiencia. Debido a esto, un adecuado apoyo y guía de parte del Departamento es muy importante para realizar las actividades eficazmente.

TABLAS

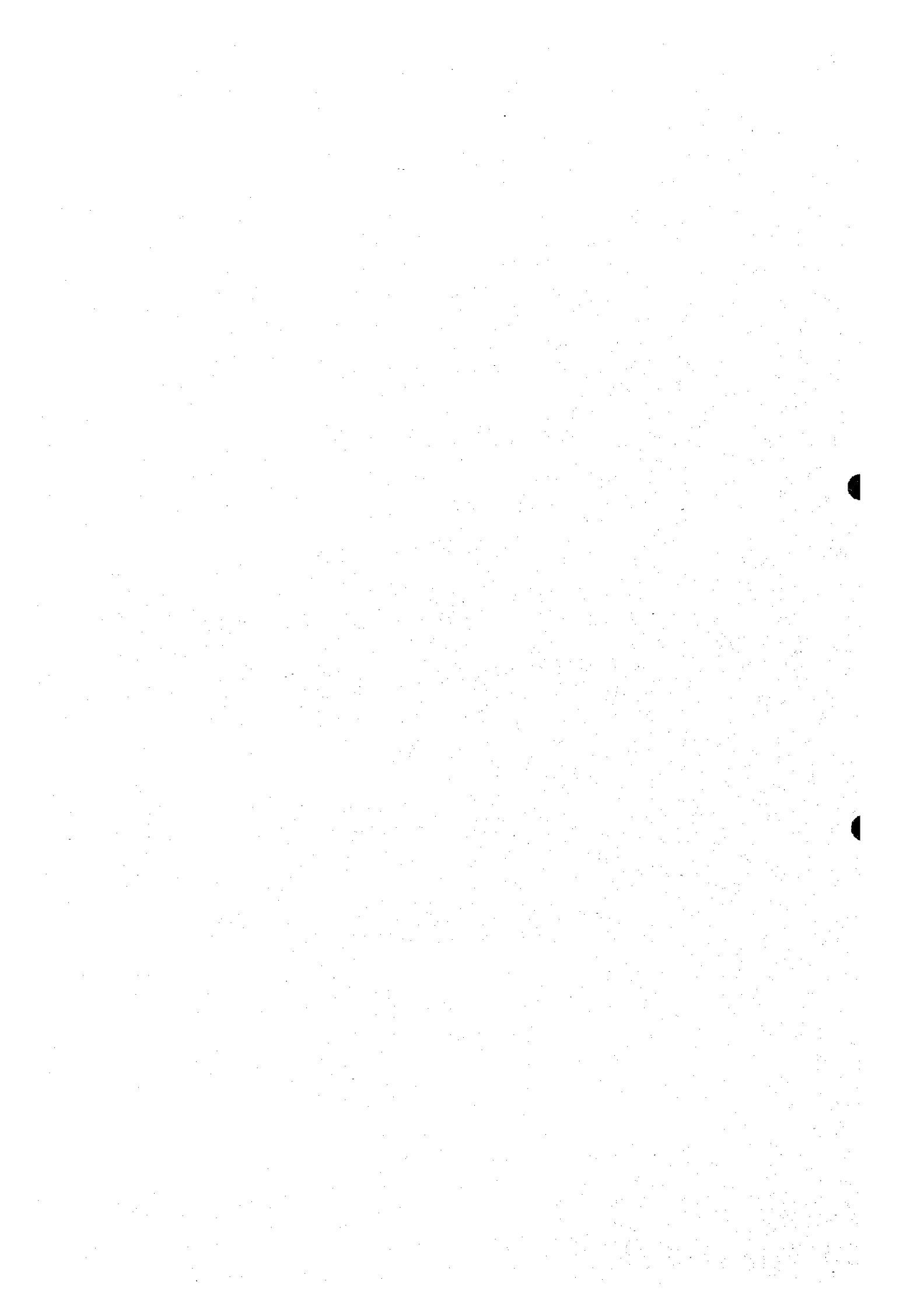


TABLA 6.1.1 OBRAS DE MEJORAMIENTO DE RÍOS

Project Item	Length (km)	Channel Width (m)	Bed Width (m)	Channel Depth (m)	Slope	Flow Area (m ²)	Design Discharge (m ³ /s)
1. Chane-Pailon							
(1) Rio Chane	26.350						
Chane Bridge- Jct. Qda. Chacras	5.100	100.0	76.0	6.0	1/2	528.0	1,900
Jct. Qda. Chacras - Jct. Rio Pailon	21.250	75.0	51.0	6.0	1/2	378.0	1,600
(2) Rio Pailon	31.680						
1) Rio Pailon (downstream)	23.630						
Jct. Rio Chane - National Road No.9	23.630	70.0	50.0	5.0	1/2	500.0	900
2) Rio Pailon (upstream)	8.050						
National Road No.9 - Jct. Arroyo Los Sauces	8.050	65.0	45.0	5.0	1/2	275.0	760
2. San Juan-Antofagasta							
(1) San Juan							
1) Arroyo Yapacanicito	17.360						
Downstream - Midstream	3.560	35.0	23.0	3.0	1/2	87.0	202
Midstream - Up stream	13.810	30.0	18.0	3.0	1/2	72.0	57
(2) Antofagasta							
1) Arroyo Jochi	11.800						
Downstream - Midstream	8.460	30.0	16.0	3.5	1/2	80.5	106
Midstream - Up stream	3.340	22.0	8.0	3.5	1/2	52.5	71
2) Arroyo Tacuaral	5.800						
Downstream - Midstream	5.800	26.0	10.0	4.0	1/2	72.0	176

TABLA 6.1.2 CONSTRUCCIÓN DE PUENTES DE LAS OBRAS DE MEJORAMIENTO DE RÍOS

Project Item	Location	Existing Bridge				Proposed Bridge				Type	
		Type	L (m)	W (m)	H (m)	L (m)	W (m)	H (m)			
1. Chanc-Pailon											
(1) Rio Chane											
Bridge Reconstruction- 1	km 2.490	RC	15.0	5.0	4.0	115.0	5.5	10.5		B	
Bridge Reconstruction- 2	km 7.550	Wood	28.0	5.0	5.0	83.5	5.5	10.0		B	
Bridge Reconstruction- 3	km 15.910	Metal	16.0	5.5	7.0	82.0	5.5	11.0		B	
Bridge Reconstruction- 4	km 21.730	Wood + RC	22.0	5.0	10.0	86.5	8.0	11.0		A	
(2) Rio Pailon											
1) Rio Pailon (downstream)											
Bridge Reconstruction- 1	km 28.660	Wood	20.0	5.0	9.0	75.0	5.5	8.0		B	
2) Rio Pailon (upstream)											
2. San Juan-Antofagasta											
(1) San Juan											
1) Arroyo Yapacanicito											
Bridge Reconstruction- 1	km 12.710	Rock Concrete	17.0	6.0	4.0	34.0	5.5	6.0		B	
(2) Antofagasta											
1) Arroyo Joehi											
Bridge Reconstruction- 1	km 2.920	Wood + RC	11.0	5.0	5.0	36.0	5.5	7.0		B	
Bridge Reconstruction- 2	km 9.610	Rock Concrete	17.0	6.0	3.0	24.5	5.5	6.5		B	
2) Arroyo Tacuaral											
Bridge Reconstruction- 1	km 3.050	RC	14.0	5.0	4.5	30.0	5.5	8.0		B	

TABLA 6.1.3 CONDICIÓN DE INUNDACIÓN CON Y SIN EL PROYECTO EN LA INUNDACIÓN DE 10-AÑOS DE FRECUENCIA

(km² / %)

	Inundation Condition	Chane - Pailon Area					
		Rio Chane Basin		Rio Pailon Basin		Okinawa Drainage Basin	
Without Project	Whole Area	143.7	100.0%	270.9	100.0%	185.0	100.0%
	d > 0 cm	132.0	91.8%	244.8	90.4%	110.6	59.8%
	d ≥ 30 cm	118.9	82.7%	210.1	77.6%	90.4	48.9%
	d ≥ 100 cm	75.8	52.7%	122.4	45.2%	43.3	23.4%
With Project	Whole Area	143.7	100.0%	270.9	100.0%	185.0	100.0%
	d > 0 cm	127.5	88.8%	80.3	29.6%	24.7	13.4%
	d ≥ 30 cm	97.8	68.1%	41.3	15.2%	0.0	0.0%
	d ≥ 100 cm	51.7	36.0%	4.6	1.7%	0.0	0.0%

	Inundation Condition	San Juan - Antofagasta Area			
		San Juan Area		Antofagasta Area	
Without Project	Whole Area	369.3	100.0%	238.0	100.0%
	d > 0 cm	337.8	91.5%	231.6	97.3%
	d ≥ 30 cm	261.2	70.7%	160.8	67.6%
	d ≥ 100 cm	112.0	30.3%	34.9	14.7%
With Project	Whole Area	369.3	100.0%	238.0	100.0%
	d > 0 cm	215.3	58.3%	108.6	45.6%
	d ≥ 30 cm	169.1	45.8%	21.9	9.2%
	d ≥ 100 cm	96.5	26.1%	8.6	3.6%

TABLA 6.1.4 LISTA DE CANTIDADES PARA EL MEJORAMIENTO DE RÍOS Y PARA EL CAMINO-TERRAPLEN

Work Item	Clearing & Grubbing (m ²)	Soil Excavation (m ³)	Soil Transportation (m ³)	Surplus Soil Filling (m ³)	Slope Forming (m ²)	Operation Road (m ²)	Bridge Construction (pcs / m)
RIVER IMPROVEMENT							
1. Chane - Pailon Area	1,740,960	14,834,785	14,834,785	14,834,785	0	406,224	5 442.0
(1) Rio Chane	790,620	5,638,360	5,638,360	5,638,360	0	184,478	4 367.0
(2) Rio Pailon	950,340	9,196,425	9,196,425	9,196,425	0	221,746	1 75.0
1) Down stream	708,960	7,776,983	7,776,983	7,776,983	0	165,424	1 75.0
2) Upstream	241,380	1,419,442	1,419,442	1,419,442	0	56,322	-
2. San -Juan - Antofagasta Area	1,108,860	1,409,299	1,409,299	1,409,299	0	258,734	4 124.5
(1) San Juan Area	520,890	688,911	688,911	688,911	0	121,541	1 34.0
1) Arroyo Yapacanicito	520,890	688,911	688,911	688,911	0	121,541	1 34.0
(2) Antofagasta Area	587,970	720,388	720,388	720,388	0	137,193	3 90.5
1) Arroyo Jochi	414,000	366,475	366,475	366,475	0	96,600	2 60.5
2) Arroyo Tacuaral	173,970	353,913	353,913	353,913	0	40,593	1 30.0
Grand Total	2,849,820	16,244,084	16,244,084	16,244,084	0	664,958	9 566.5

Work Item	Clearing & Grubbing (m ²)	Slope Forming (m ²)	Soil Filling (m ³)	Base Course (m ²)
ROAD-CUM-EMBANKMENT				
Road-cum-embankment	73,710	58,963	163,400	34,398

TABLA 6.2.1 OBRAS DE MEJORAMIENTO DE DRENAJE

Project Item	Length (km)	Channel Width (m)	Bed Width (m)	Channel Depth (m)	Slope	Flow Area (m ²)	Design Discharge (m ³ /s)	Remarks
1. Chane-Pailon								
(1) Rio Chane								
(2) Rio Pailon								
1) Rancho Chico	3.600	42.0	26.0	4.0	1/2	136.0	109.0	
Jct. Rio Pailon (down) - Jct. Rio Pailon (up)	3.600							
2) El Chaco	1.470	30.0	16.0	3.0	1/2	69.0	137.7	
Jct. El Empalme II - National Road No. 9	1.470							
3) El Empalme II	5.290	35.0	19.0	4.0	1/2	108.0	193.0	
Jct. Rio Pailon - Jct. El Chaco	0.690							
Jct. El Chaco - National Road No. 9	4.610	18.0	6.0	3.0	1/2	36.0	50.9	
(3) Okinawa Drainage	21.650	28.0	12.0	4.0	1/2	80.0	249.0	
Downstream - Midstream	19.840	25.0	13.0	3.0	1/2	57.0	116.0	
Midstream - Upstream	1.810							
2. San Juan-Antofagasta								
(1) San Juan	34.950							
1) San Juan Main Drainage	2.410		As is					33.2 Canal Rehabilitation
km 11	3.660	13.0	4.0	3.0	1/1.5	25.5	55.7	55.7 Canal Rehabilitation
km 13	8.930		As is					49.7 Canal Rehabilitation
km 15	3.840	12.0	4.5	2.5	1/1.5	20.6	41.9	41.9 Canal Rehabilitation
km 17	5.560		As is					18.2 Canal Rehabilitation
km 24	10.550		As is					63.9 Canal Rehabilitation
km 28								
2) Arroyo Tejeria								
Jct. Rio Yapacani - Upstream								
(2) Antofagasta	8.800							
Antofagasta Main Drainage	5.310	28.0	12.0	3.0	1/2	60.0	199.8	
Downstream - Midstream								
Midstream - Upstream	3.490	25.0	9.0	3.0	1/2	51.0	165.0	

TABLA 6.2.2 SUMARIO DE MEJORAMIENTO DE DRENAJES SECUNDARIOS

Area	Cross Section			Number of Canals	Total Length (km)	Box Culvert
	Surface Width (m)	Channel Depth (m)	Slope			
1. Chane - Pailon Area						
1.1 Rio Pailon Basin	12.0	3.0	1/1.5	9	18.50	3.5 x 3.0 x 2battery
1.2 Okinawa Drainage Basin	12.0	3.0	1/1.5	14	35.50	3.5 x 3.0 x 2battery
2. San Juan - Antofagasta Area						
2.1 San Juan Area	14.0	3.0	1/1.5	18	40.50	3.0 x 3.0 x 3battery
2.2 Antofasta Area	14.0	3.0	1/1.5	21	35.00	3.0 x 3.0 x 3battery

TABLA 6.2.3 CONSTRUCCIÓN DE PUENTES PARA OBRAS DE MEJORAMIENTO DE DRENAJE

Project Item	Location	Existing Bridge			Proposed Bridge			Type	
		Type	L (m)	W (m)	H (m)	L (m)	W (m)		H (m)
1. Chane-Pailon									
(1) Rio Pailon									
1) El Empalme II	km 3.190	Culvert	3.0	3.5	4.8	24.0	5.5	6.0	B
Bridge Reconstruction- 1									
(2) Okinawa Drainage	km 0.300	Brick Concrete	7.0	8.0	2.2	38.7	5.5	7.0	B
Bridge Reconstruction- 1									
2. San Juan-Antofagasta									
(1) San Juan									
1) San Juan Main Drainage	km 13 Drainage	Culvert	12.0	4.4	5.6	18.5	8.0	6.5	A
Bridge Reconstruction- 1									
Bridge Reconstruction- 2	km 17 Drainage	Culvert	3.5	6.1	5.0	16.5	8.0	6.5	A
2) Arroyo Tejeria									
Bridge Reconstruction- 1	km 7.150	RC	4.0	7.0	2.0	20.0	8.0	7.5	A
(2) Antofagasta									
1) Antofagasta Main Drainage	km 3.560	Wood	15.0	4.0	4.0	35.5	5.5	7.5	B
Bridge Reconstruction- 1									
Bridge Reconstruction- 2	km 6.250	Wood + RC	3.5	3.5	4.0	30.0	5.5	6.7	B

TABLA 6.2.4 LISTA DE CANTIDADES PARA MEJORAMIENTO DE DRENAJE

Work Item	Clearing & Grubbing (m2)	Soil Excavation (m3)	Soil Transportation (m3)	Surplus Soil Filling (m3)	Slope Forming (m2)	Operation Road (m2)	Bridge Construction (pcs / m)
1. Chane - Palon Area	311,010	3,451,154	2,236,154	3,451,154	0	0	2 62.7
(1) Rio Pailon Basin	311,010	814,102	397,852	814,102	0	0	1 24.0
1) Rancho Chico	108,000	226,306	226,306	226,306	0	0	0
2) El Empalme II	158,850	146,715	146,715	146,715	0	0	1 24.0
3) El Chaco	44,160	24,831	24,831	24,831	0	0	0
4) Secondary Drainage	0	416,250	0	416,250	0	0	0
(2) Okinawa Drainage Basin	0	2,637,052	1,838,302	2,637,052	0	0	1 38.7
1) Okinawa Main Drainage	0	1,838,302	1,838,302	1,838,302	0	0	1 38.7
2) Secondary Drainage	0	798,750	0	798,750	0	0	0
2. San Juan - Antofagasta Area	1,558,530	2,663,367	668,332	2,663,367	0	0	5 121
(1) San Juan Area	1,294,620	1,232,553	235,053	1,232,553	0	0	3 55.0
1) San Juan Main Drainage (Km 13,17)	225,660	92,560	92,560	92,560	0	0	2 35.0
2) San Juan Main Drainage (Km 11, 15, 24, 28)	824,160	32,699	32,699	32,699	0	0	0
3) Arroyo Tejeria	244,800	109,794	109,794	109,794	0	0	1 20.0
4) Secondary Drainage	0	997,500	0	997,500	0	0	0
(2) Antofagasta Area	263,910	1,430,814	433,279	1,430,814	0	0	2 65.5
1) Antofagasta Main Drainage	263,910	433,279	433,279	433,279	0	0	2 65.5
2) Secondary Drainage	0	997,535	0	997,535	0	0	0
Grand Total	1,869,540	6,114,521	2,904,486	6,114,521	0	0	7 183.2

TABLA 6.4.1 CONDICIÓN DE LAS PRINCIPALES INSTALACIONES PÚBLICAS DENTRO Y ALREDEDOR DEL ÁREA DE ESTUDIO EN LAS INUNDACIONES DE 1992

Area / Facilities	Flooding Condition			Activity in Flood Duration
	Inundation Depth	Inundation Duration	Period not working	
CHANE-PAILON AREA				
MINERO				
Subprefectura				Coord. Evacuat. & Food
Alcaldia	Not Flooded			Shelter
Schools	Not Flooded			Medical Assistance
Hospital	Not Flooded			Broadcast Information
Radio Station	Not Flooded			
PUESTO FERNANDEZ				
Schools	Not Flooded			Shelter
Radio Station	Not Flooded			Broadcast Information
Hospital	Not Flooded			Medical Assistance
CHANE				
Schools	1.5 m	21 days	90 days	-
Hospital		DID NOT EXIST		-
LA PORFIA				
Military Base	1.0 m	15 days		-
OKINAWA I				
Alcaldia	Not Flooded			
Schools	Not Flooded			
Hospital	Not Flooded			
Community Center	Not Flooded			
OKINAWA II				
Schools	Not Flooded			
TAJIBO				
Schools	0.6 m	7 days	15 days	-
LA ESPERANZA				
Schools	1.0 m	30 days	45 days	-
SAAVEDRA				
Alcaldia	Not Flooded			Coord. Evacuat. & Food
Schools	Not Flooded			Shelter
Hospital	Not Flooded			Medical Assistance
SAN JUAN - ANTOFAGASTA AREA				
SAN JUAN				
Schools	Not Flooded			
Hospital	Not Flooded			
Community Center	Not Flooded			
SAN CARLOS				
Alcaldia	Not Flooded			Coord. Evacuat. & Food
Schools	Not Flooded			No need
Hospital	Not Flooded			Medical Assistance
Community Center	Not Flooded			No need
SANTA FE				
Schools	Not Flooded			No need
BUENA VISTA				
Subprefectura	Not Flooded			Coord. Evacuat. & Food
Alcaldia	Not Flooded			
Schools	Not Flooded			
Hospital	Not Flooded			
Radio Station	Not Flooded			
BUEN RETIRO				
Schools	Not Flooded			Shelter

TABLE 6.4.2 PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE MEDIDAS NO-ESTRUCTURALES

Proposed Non-structure Measure	Fiscal Year											
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Retarding Basin		▽ Designation of Retarding Basin Area						Implementation of Land Use Control				
Flood Warning		▨ Preparation of Observation Network Preparation of Concerned Organization						Operation of Flood Warning System				
Flood Plain Management		▨ Improvement of Agricultural Technical Service Organizing farmers						Providing Agricultural Technical Service				
Flood Evacuation Plan		▨ Designation of Evacuation Area and Route Preparation of Evacuation Plan	▽ Publicising Evacuation Plan					Providing Information and Education to Inhabitants				
Protected Forest		▽ Designation of Protected Forest						Implementation of Land Use Control				
Flood Hazard Map		▨ Preparation of Flood Hazard Map	▽ Publicising Flood Hazard Map					Providing Information and Education to Inhabitants				

TABLA 6.4.3 ACTIVIDADES NECESARIAS PARA MEDIDAS NO-ESTRUCTURALES(1/2)

Proposed Non-structure Measure	Required Activity of Levels	
	Government of Department	Local Government of Municipality
Retarding Basin	<ul style="list-style-type: none"> - Designating the retarding basin area as a protected area - Support and guidance to the local government 	<ul style="list-style-type: none"> - Restricting the harmful land use or development at the retarding basin area - Inspection of the land use and development at the retarding basin area - Administrative guidance to private sectors
Flood Warning	<ul style="list-style-type: none"> - Preparation of the Warning Center in the Planning Division of the Department - Improvement of the observation network - Coordinating the local governments into the information transmittal system - Operation and maintenance of the observation network - Implementation of flood warning through the Warning Center and the COED 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulate effective information transmittal system including alcaldia/canton level - Information transmittal to inhabitants through above system
Flood Plain Management	<ul style="list-style-type: none"> - Improving the agricultural technical service organization and system - Improving agricultural research to study on local agriculture 	<ul style="list-style-type: none"> - Organizing farmers for smooth implementation of extension service

TABLA 6.4.3 ACTIVIDADES NECESARIAS PARA MEDIDAS NO-ESTRUCTURALES(2/2)

Proposed Non-structure Measure	Required Activity of Levels	
	Government of Department	Local Government of Municipality
Flood Evacuation Plan	<ul style="list-style-type: none"> - Designating the evacuation facilities and the evacuation route - Improvement of the evacuation facilities and the evacuation route - Publicizing the flood evacuation plan 	<ul style="list-style-type: none"> - Maintain the evacuation facilities and the evacuation route - Publicizing the flood evacuation plan to inhabitants
Protected Forest	<ul style="list-style-type: none"> - Designating the protected forest - Support and guidance to the local government 	<ul style="list-style-type: none"> - Restricting the harmful land use or development of protected forest - Inspection of the development of protected forest - Administrative guidance to private sectors
Flood Hazard Map	<ul style="list-style-type: none"> - Preparation of the flood hazard map - Publicizing the flood hazard information - Support and guidance of the flood education by the local government 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementation of the flood education to inhabitants