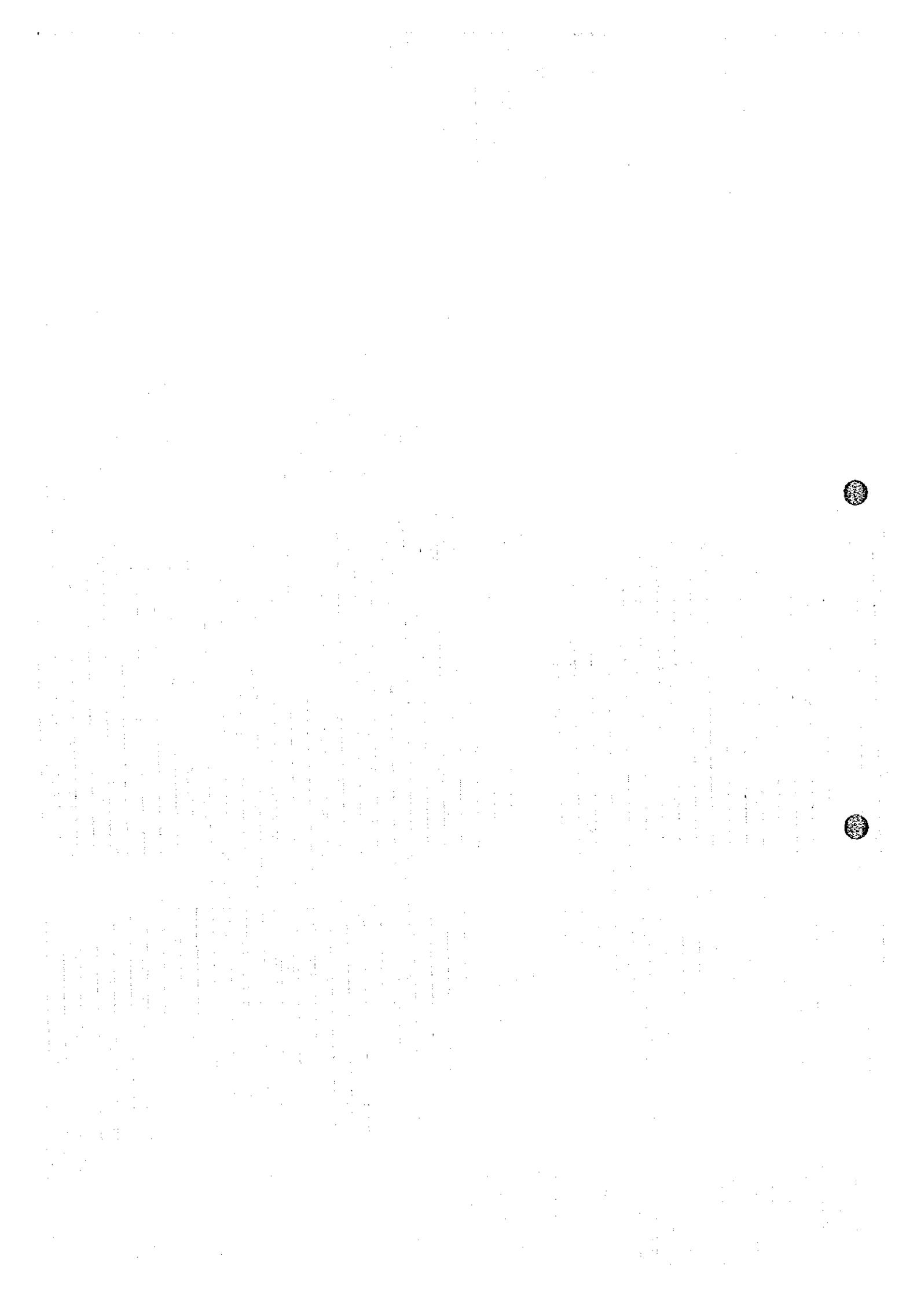


**TABLAS**



**TABLA 6.3.1 POBLACION EXISTENTE Y FUTURA EN LAS AREAS URBANAS DEL AREA DE ESTUDIO**

Name of urban area	Total Population		Increase ratio (76-92)	Municipality	Population 1950	Increase ratio (50-76)	Estimated Population			Assumed Increase Ratio			
	1992	1976					2000	2005	2010	92-2000	2000-05	2005-10	92-2010
1 Santa Cruz	697,278	254,662	6.5%	#	42,746	7.1%	1,098,623	1,415,403	1,767,905	5.8%	5.2%	4.5%	5.3%
2 Montero	57,027	28,686	4.4%	#	2,713	9.5%	75,154	87,428	99,559	3.5%	3.1%	2.6%	3.1%
3 Mineros	11,181	6,230	3.7%	#	-	-	14,140	16,081	17,959	3.0%	2.6%	2.2%	2.7%
4 Warnes	10,866	4,288	6.0%	#	1,581	3.9%	15,795	19,392	23,132	4.8%	4.2%	3.6%	4.3%
5 Portachuelo	9,453	7,059	1.8%	#	2,456	4.1%	10,627	11,390	11,970	1.5%	1.3%	1.1%	1.3%
6 Cotocha	9,229	2,107	9.7%	#	910	3.3%	16,752	23,245	30,818	7.7%	6.8%	5.8%	6.9%
7 Santa Fe de Yapacani	4,029	1,671	5.7%	(#)	-	-	5,740	6,970	8,235	4.5%	4.0%	3.4%	4.1%
8 San Carlos	3,223	2,021	3.0%	#	-	-	3,887	4,306	4,703	2.4%	2.1%	1.8%	2.1%
9 Puesto Fernandez	3,196	1,632	4.3%	-	-	-	4,186	4,854	5,512	3.4%	3.0%	2.6%	3.1%
10 Santa Rosa del Sara	3,125	2,626	1.1%	#	-	-	3,350	3,481	3,596	0.9%	0.8%	0.7%	0.8%
11 Saavedra	2,918	2,243	1.7%	#	-	-	3,242	3,495	3,609	1.3%	1.2%	1.0%	1.2%
12 Okinawa I	2,586	1,006	6.1%	(#)	-	-	3,781	4,657	5,570	4.9%	4.3%	3.6%	4.4%
13 San Juan de Yapacani	2,344	1,268	3.9%	-	-	-	3,000	3,434	3,857	3.1%	2.7%	2.3%	2.8%
<b>TOTAL</b>	<b>816,455</b>	<b>315,519</b>	<b>6.1%</b>	-	<b>50,406</b>	-	<b>1,258,278</b>	<b>1,604,014</b>	<b>1,986,424</b>	<b>5.6%</b>	<b>5.0%</b>	<b>4.4%</b>	<b>5.1%</b>
<b>TOTAL (excluded Santa Cruz)</b>	<b>119,177</b>	<b>60,837</b>	<b>4.3%</b>	-	<b>7,660</b>	-	<b>159,655</b>	<b>186,611</b>	<b>218,519</b>	<b>3.7%</b>	<b>3.4%</b>	<b>3.0%</b>	<b>3.4%</b>

Source: Census and JICA estimations

Notes: (#) will be designated for new municipality

The forecast is made that Santa Cruz will have the Increase ratios at 90 % up to 2000, 80 % up to 2005 and 70 % up to 2010 of the past increase ratio of 5.8 % (1976-1992), and The other cities will have the increase ratios at 80 % up to 2000, 70 % up to 2005 and 60 % up to 2010 of the past increase ratio of each cities (1976-1992)

TABLA 6.3.2 POBLACION EXISTENTE Y FUTURA EN EL AREA DE ESTUDIO POR CANTONES

No.	(Province) Name of Cantons	Population in 1992			Area (km <sup>2</sup> )	Density (p/km <sup>2</sup> )		Future Population			
		Total	Urban	Rural		Total	Rural	2000	2010	Urban	Rural
(A. IBAZES)											
1	PALMER DEL ORATORIO	20,370	9,229	11,141	615	33	18	27,893	41,959	30,818	11,141
2	COTOCA	14,723	9,229	5,494	295	50	19	22,246	36,312	30,818	5,494
3	MONTERO HOYOS	3,719	0	3,719	166	22	22	3,719	3,719	0	3,719
(WARNES)											
4	LOS CHACOS	38,285	1,452	24,833	2,161	18	11	44,409	53,535	28,702	24,833
5	WARNES	15,241	2,586	12,655	1,340	11	9	16,436	18,225	5,570	12,655
6	TOCOMECHI	13,117	10,866	2,251	173	76	13	18,046	25,383	23,132	2,251
7	JUAN LATINO	2,704	0	2,704	151	18	18	2,704	2,704	0	2,704
8	AZUSAQUI	818	0	818	43	19	19	818	818	0	818
9	CHUCHIO	3,150	0	3,150	151	21	21	3,150	3,150	0	3,150
(ICHILLO)											
10	BUENA VISTA	3,255	0	3,255	303	11	11	3,255	3,255	0	3,255
11	SAN JAVIER	22,065	9,596	12,469	1,550	14	8	25,096	29,264	16,795	12,469
12	SAN CARLOS*1)	1,229	0	1,229	75	16	16	1,229	1,229	0	1,229
(SARA)											
13	PALOMETAS	325	0	325	54	6	6	325	325	0	325
14	PORTACHUELO	20,511	9,596	10,915	1,421	14	8	23,542	27,710	16,795	10,915
15	SAN IGNACIO DE SARA	21,684	12,578	9,106	1,182	18	8	23,083	24,672	15,566	9,106
16	SANTA ROSA DEL SARA	2,920	0	2,920	366	8	8	2,920	2,920	0	2,920
(O. SANTISTEVAN)											
17	GRAL. A. SAAVEDRA	10,584	9,453	1,131	272	39	4	11,758	13,101	11,970	1,131
18	MONTERO	1,859	0	1,859	166	11	11	1,859	1,859	0	1,859
19	MINEROS*2)	6,321	3,125	3,196	378	17	8	6,546	6,792	3,596	3,196
STUDY AREA TOTAL											
		95,358	74,322	21,036	1,659	57	13	117,758	147,675	128,639	21,036
		11,639	2,918	8,721	504	23	17	11,963	12,330	3,609	8,721
		58,569	57,027	1,542	275	213	6	76,696	101,101	99,559	1,542
		25,150	14,377	10,773	880	29	12	29,099	34,244	23,471	10,773
		197,762	119,177	78,585	7,167	28	11	238,239	297,105	218,520	78,585

Notes: \*1) San Carlos, Santa Fe and San Juan and \*2) Minerros and P. Fernandez  
Source: Census and JICA Estimation

TABLA 6.4.1 TRANSPORTE Y PERIODOS DE COSECHA

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Seasons												
Heavy rains in the Past	23%	8%	8%	8%	15%	8%	4%	4%	0%	4%	12%	12%
Rain fall(m/m) 1974-84	227	176	132	99	105	75	56	55	73	110	140	208
Rain days(1974-84 av.)	14	12	11	8	9	7	5	4	14	7	9	12
1992 data(mm/month)												
Santa Cruz	194	314	115	414	184	133	47	100	234	71	149	296
La Belgica	343	335	138	392	207	82	28	90	210	123	128	477
Saavedra	500	340	182	349	191	62	25	124	239	68	138	490
Mineros	391	348	242	331	208	46	14	91	282	68	162	364
Okinawa II	380	393	98	291	194	52	4	80	215	50	140	362
Portachuelo	361	445	128	371	232	102	21	84	243	118	90	436
San Ishidro	463	432	202	512	283	141	53	147	244	119	185	539
San Juan	353	474	265	421	334	180	48	119	182	87	146	555
Total average	373	385	171	385	229	100	30	104	231	88	142	440
SUMMER CROPS												
Maize												
Rice	(Spring)			(Summer)		(Manual)						Rice
Cotton												
Potatos												
WINTER CROPS												
Sorghum				(Summer)								
Wheat												
Sunflower												
Soy beans				(Summer)								
Col. San Juan												
Col. Okinawa												
Sugar Mill Factories												

TABLA 6.4.2 PRODUCCION AGRICOLA Y NECESIDADES DE TRANSPORTE

Major crops	Santa Cruz Department						Study Area					
	Harvest(ton)	share	No. of trucks	Area(ha)	ton/ha	Harvest(ton)	share	No. of trucks	Area(ha)	ton/ha		
Cotton seed	133,000	4%	17,733	19,000	7.0	2,589	0%	345	5,090	1		
Rice	193,000	6%	25,733	96,500	2.0	138,700	7%	18,493	69,350	2		
Maize	270,300	8%	36,040	85,000	3.2	42,830	2%	5,711	11,900	4		
Soy beans(W)	133,500	4%	17,800	89,000	1.5	132,000	6%	17,600	88,000	2		
Soy beans(S)	592,900	17%	79,053	242,000	2.5	135,491	6%	18,065	57,265	2		
Sugar cane	1,844,000	53%	245,867	64,354	28.7	1,647,036	77%	219,605	57,468	29		
Others	326,243	9%	43,499	161,050	2.0	30,115	1%	4,015	22,840	1		
<b>TOTAL</b>	<b>3,492,943</b>	<b>100%</b>	<b>465,726</b>	<b>756,904</b>	<b>4.6</b>	<b>2,128,761</b>	<b>100%</b>	<b>283,835</b>	<b>311,913</b>	<b>7</b>		

Notes: Average traffic volume will be 1,280 trucks for the Department and 780 trucks in the Study Area, per day.

Average traffic volume of sugarcane transport will be more than 1,360 trucks during harvest-delivery period (May-October) in the Study Area.

Tons of truck is set at 7.5 tons

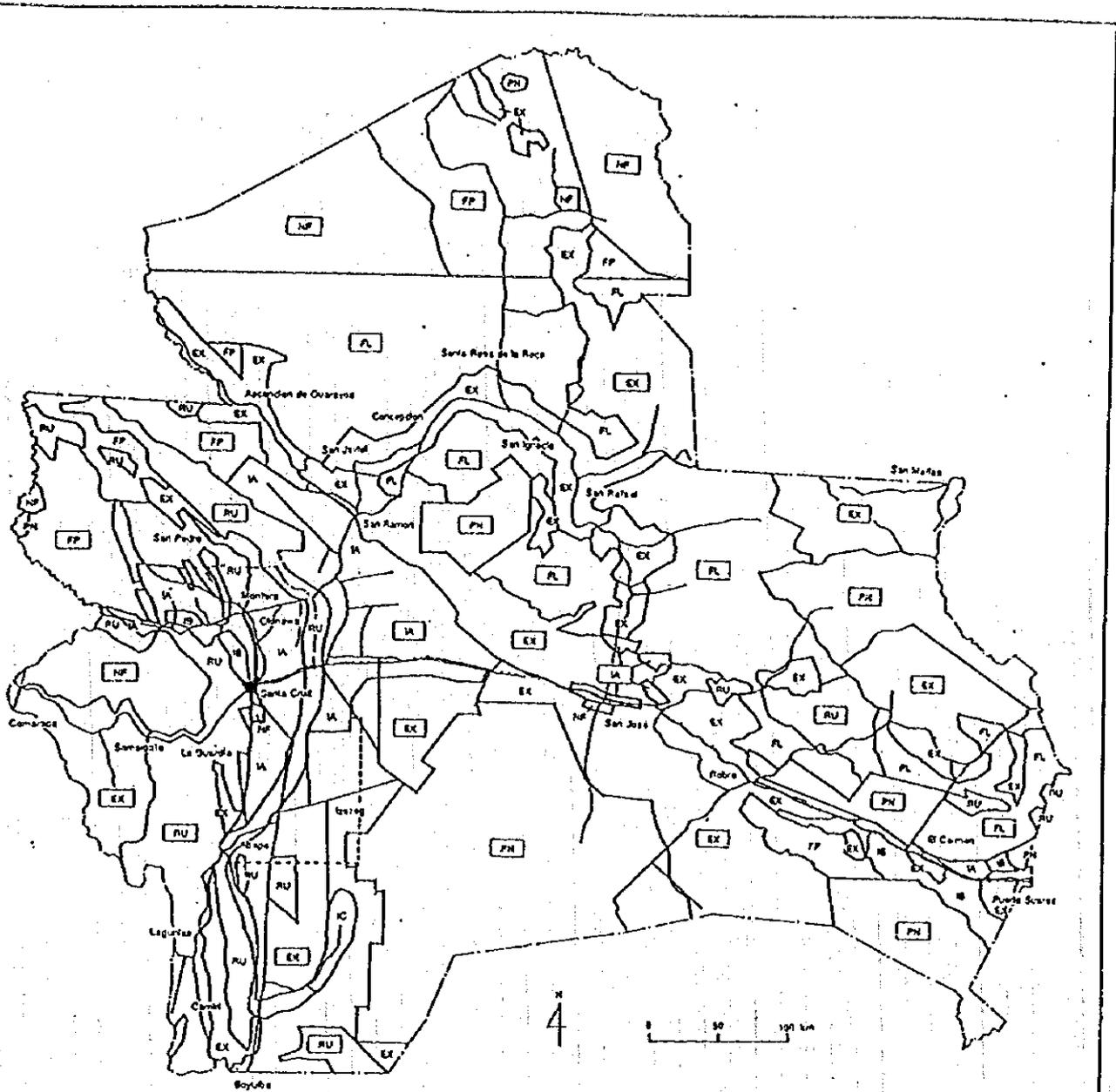
Source: JICA Study Team

TABLA 6.5.1 NCMERO DE FABRICAS AGROINDUSTRIALES EN EL AREA DE ESTUDIO

Agro-Industries	Santa Cruz *1)	Colobca	Wames	Montero	Podachueo	Minero	Santa Fe	San Carlos	San Juan	Santa Rosa	Buena Vista	Saavedra	Okinawa	Total
Beverage factory	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Cheese factory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Chocolate factory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	4
Coffe Mill	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Corn mills	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Cotton gin	1	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Edible oil	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Feeding animal	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Grain collector	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	7
Milk factory	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Milk Collecting Place	0	1	3	2	1	1	0	1	0	0	0	1	6	16
Noodle factory	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Pig farm	6	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9
Poultry farms	0	1	10	0	0	0	0	60	118	0	0	0	0	189
Rices mill/peeler	1	0	2	60	12	3	4	6	15	0	5	0	1	109
Saw mill	9	0	1	4	0	0	0	8	0	0	4	0	0	26
Seed factory	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Slaughter house	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	8
Sugar mill	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
TOTAL	20	6	27	84	16	7	4	75	133	1	16	1	7	397

Note: \*1) Santa Cruz agro-industries located in km 5 from SCZ to Wames  
Source: Guia Rural 1995- Plan de Desarrollo GTZ 1994-1999, and each municipalities

**FIGURAS**



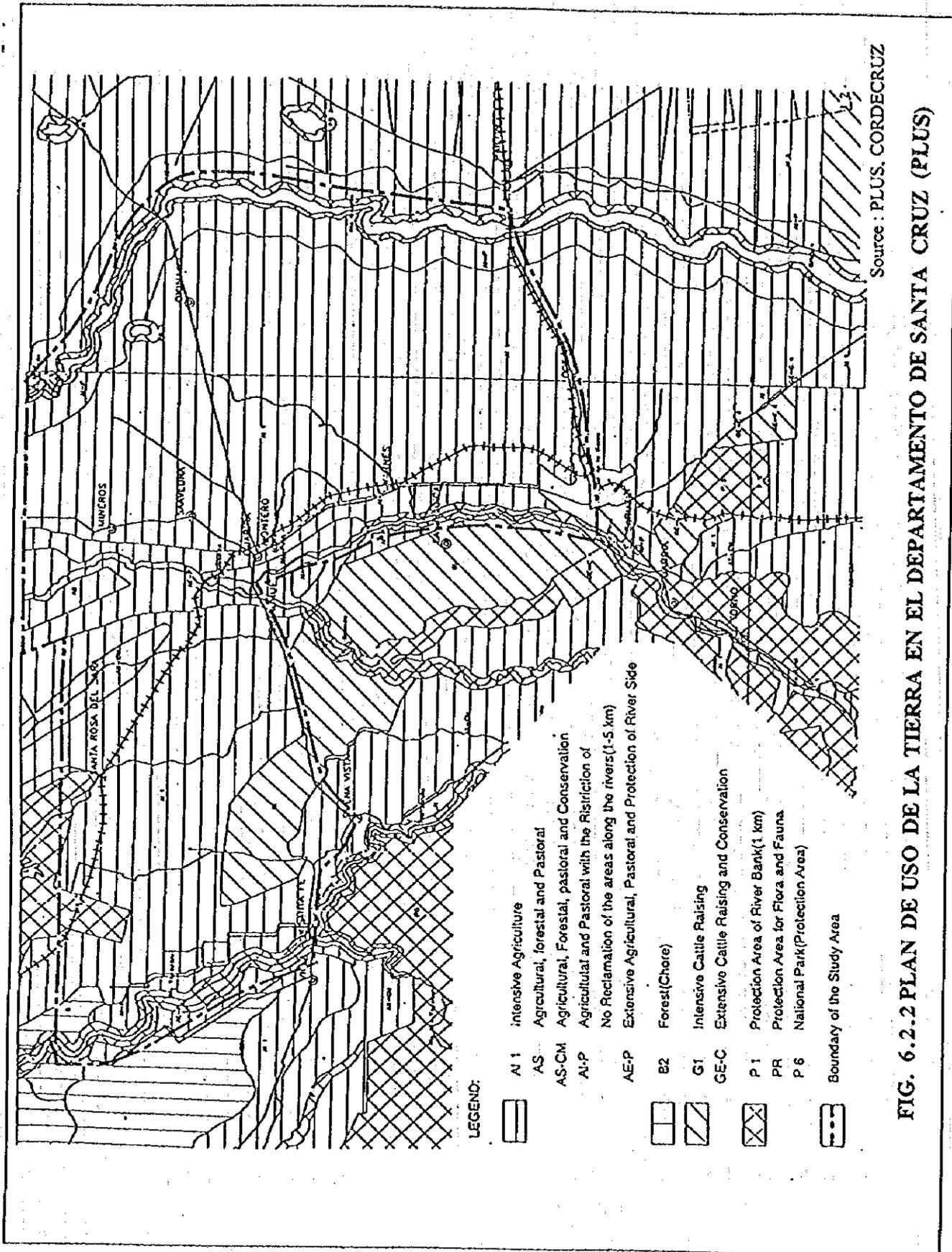
LEGEND:

- Area for Intensive Agriculture/Livestock Use
- IA Intensive Agriculture Area
- IB Intensive Livestock Area
- IC Intensive Agriculture and Livestock Area

Source : PLUS, CORDECRUZ

- EX Area for Extensive Agriculture/Livestock Use
- Area for Forestry
- FP Permanent and Production Forest
- FL Forest with Limited Livestock
- RU Area for Restricted Use
- Area for Protection
- NF Established National Park and Forest Reserve Areas
- PN Potential Natural Reserve Areas

**FIG. 6.2.1 PLAN DE USO DE LA TIERRA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ (PLUS)**



Source : PLUS, CORDECRUZ

FIG. 6.2.2 PLAN DE USO DE LA TIERRA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ (PLUS)

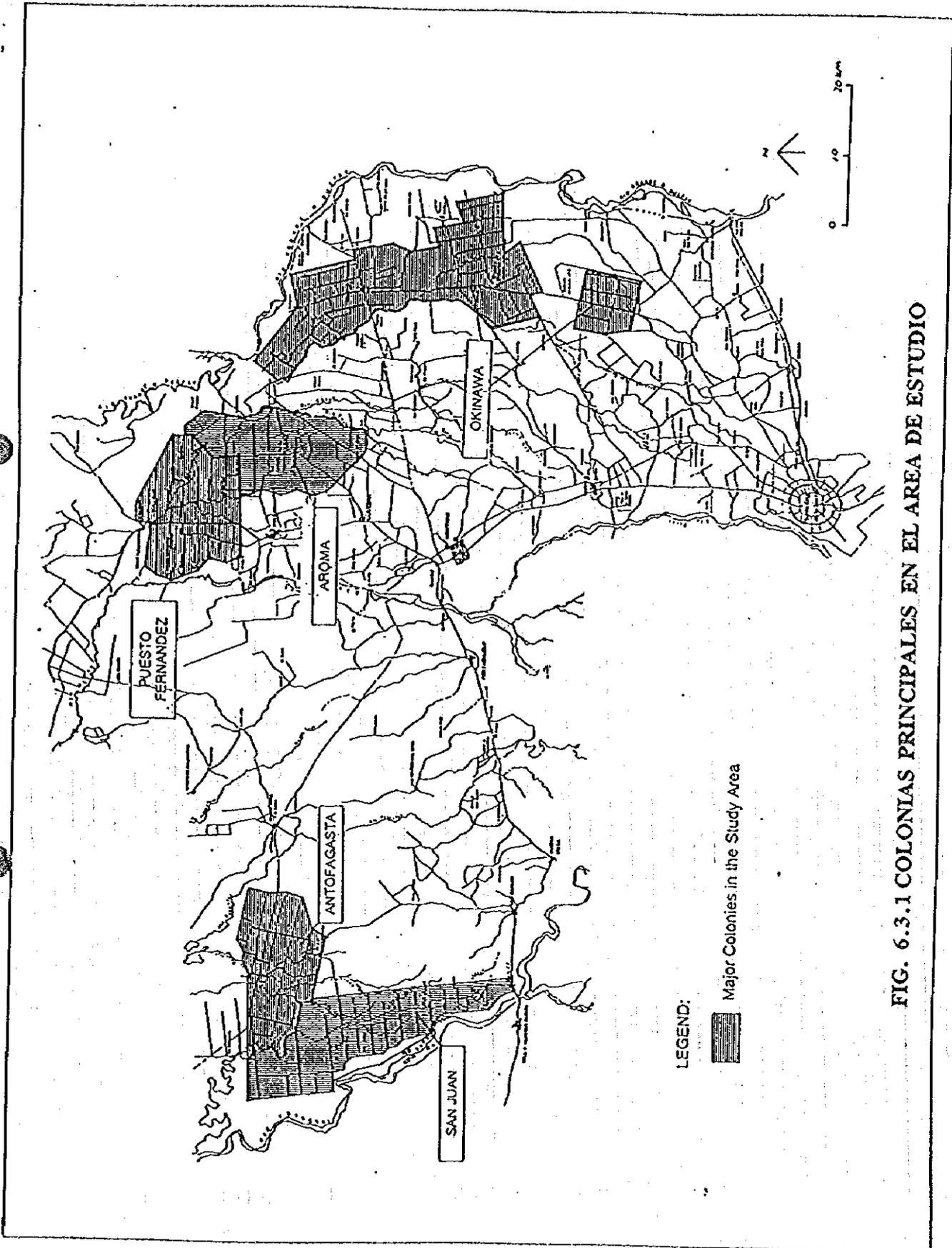
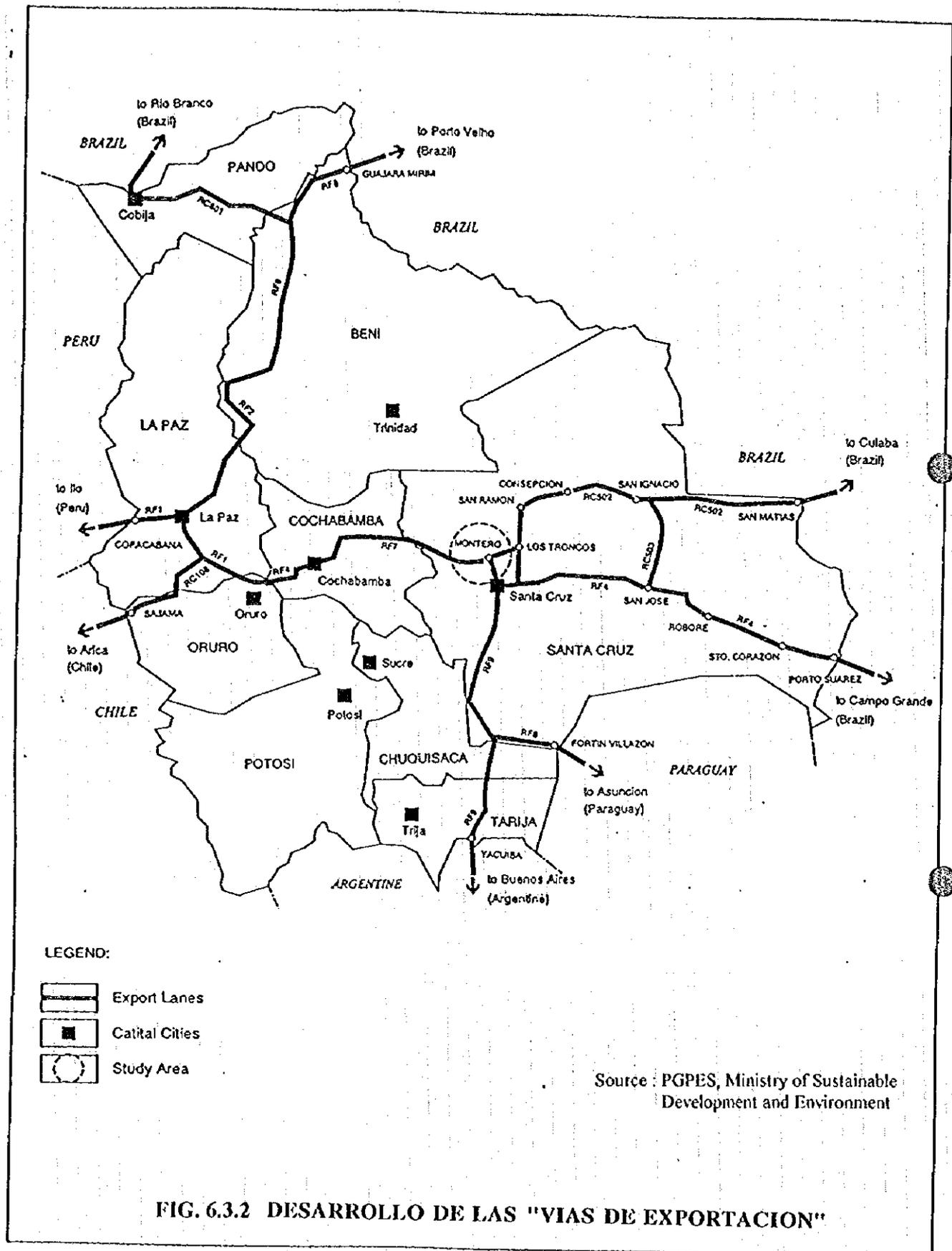


FIG. 6.3.1 COLONIAS PRINCIPALES EN EL AREA DE ESTUDIO



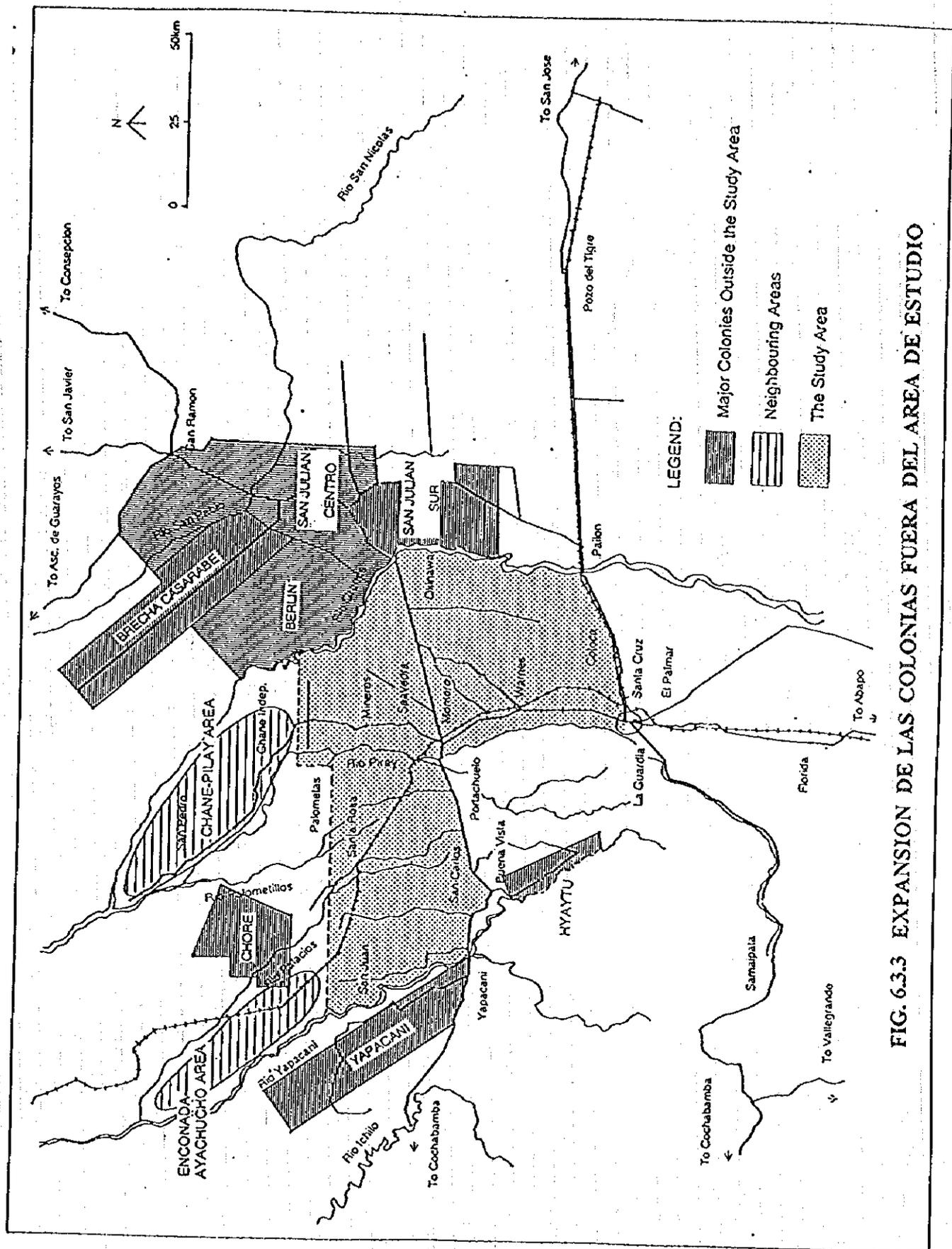


FIG. 6.3.3 EXPANSION DE LAS COLONIAS FUERA DEL AREA DE ESTUDIO

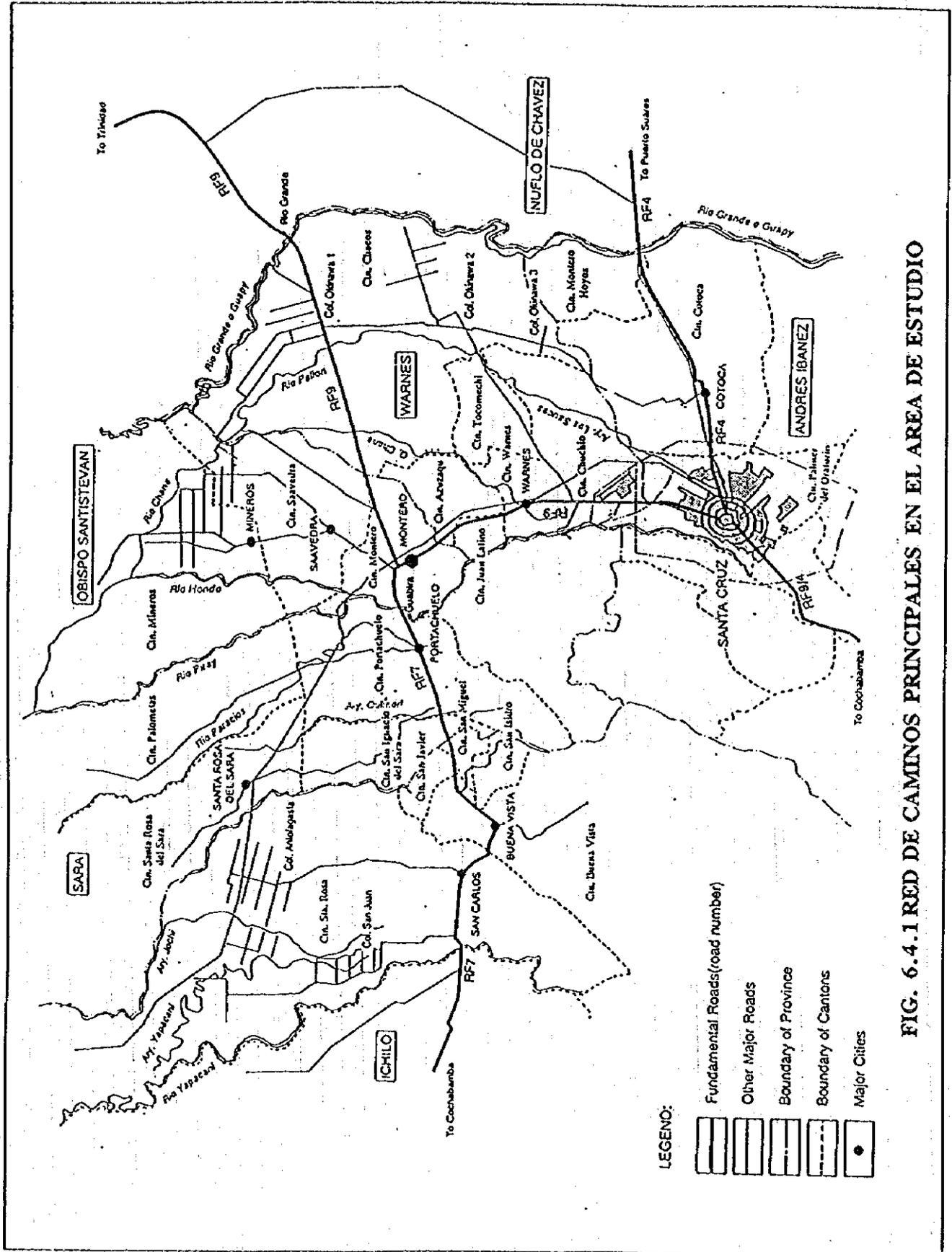


FIG. 6.4.1 RED DE CAMINOS PRINCIPALES EN EL AREA DE ESTUDIO

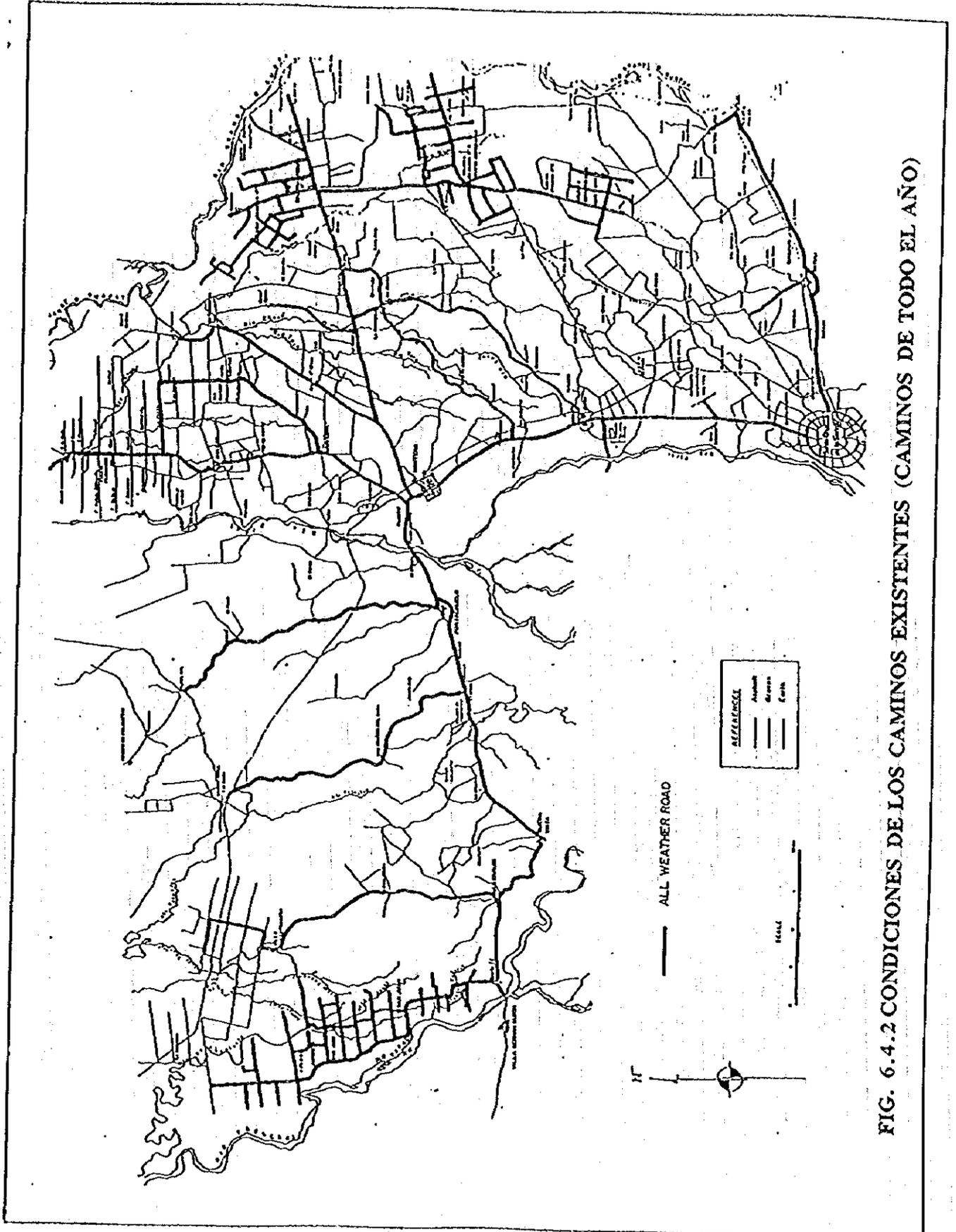


FIG. 6.4.2 CONDICIONES DE LOS CAMINOS EXISTENTES (CAMINOS DE TODO EL AÑO)

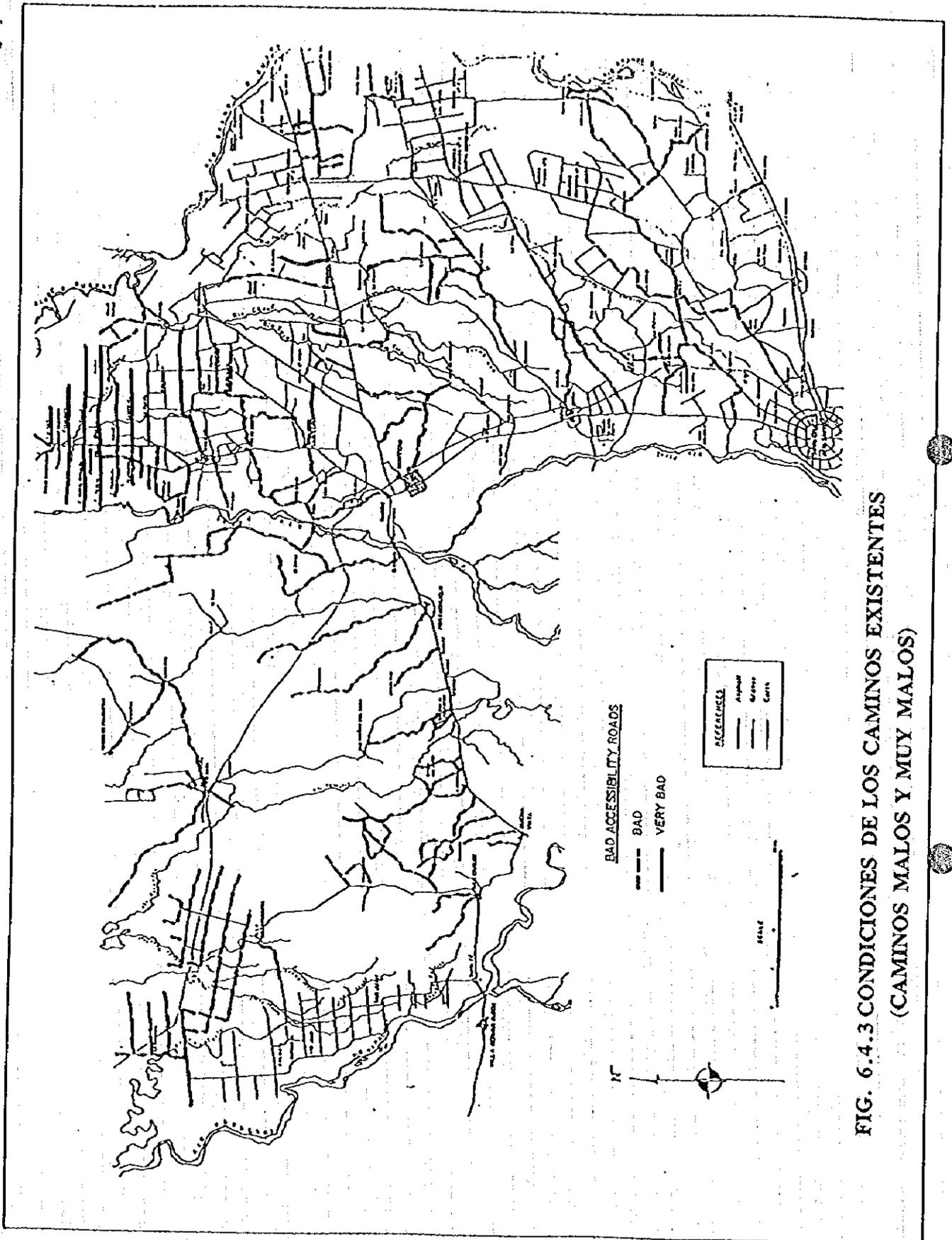


FIG. 6.4.3 CONDICIONES DE LOS CAMINOS EXISTENTES  
(CAMINOS MALOS Y MUY MALOS)

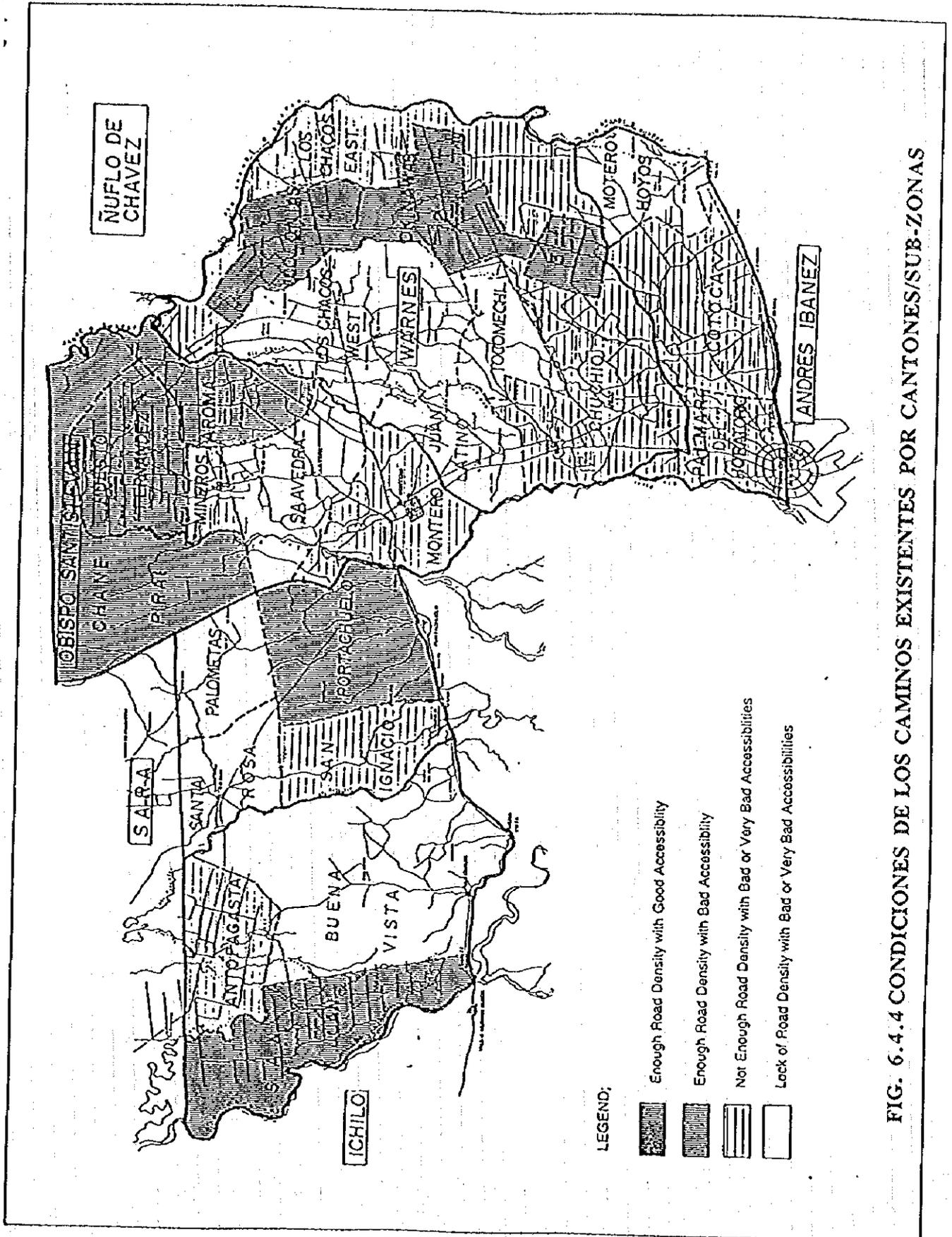
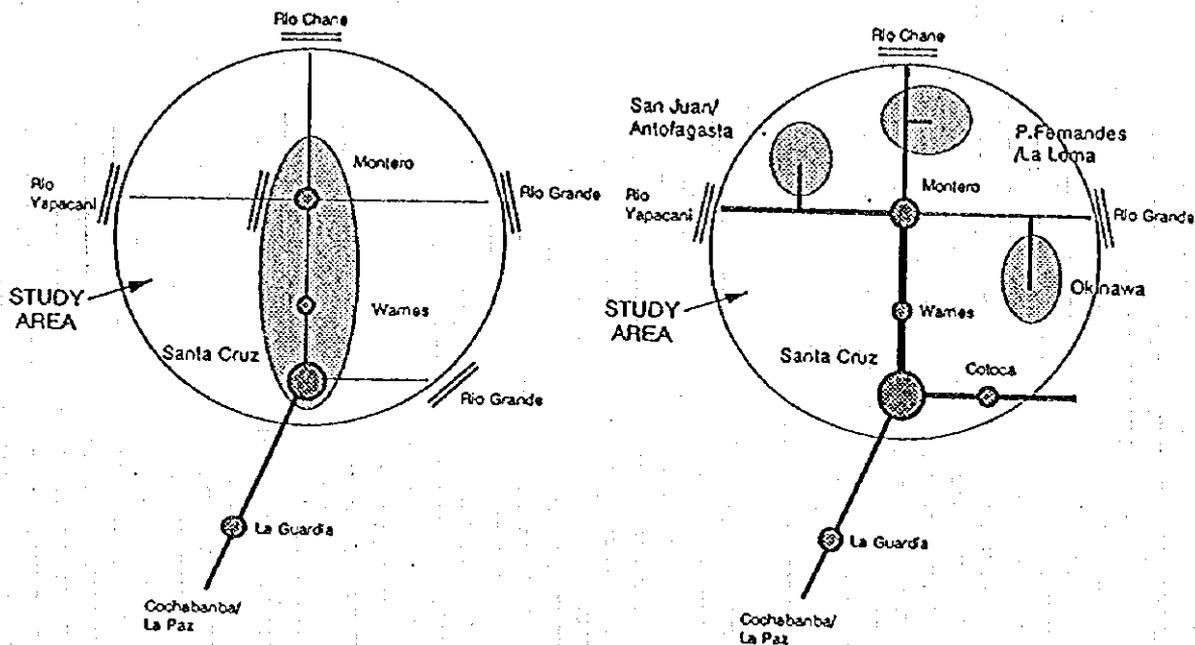


FIG. 6.4.4 CONDICIONES DE LOS CAMINOS EXISTENTES POR CANTONES/SUB-ZONAS

1950'-1960': EXPLOITATION OF THE VIRGIN LAND

1970'-1980': DEVELOPMENT OF LARGESCALE COLONIAS



Existing: EXPANSION TO THE SURROUNDINGS

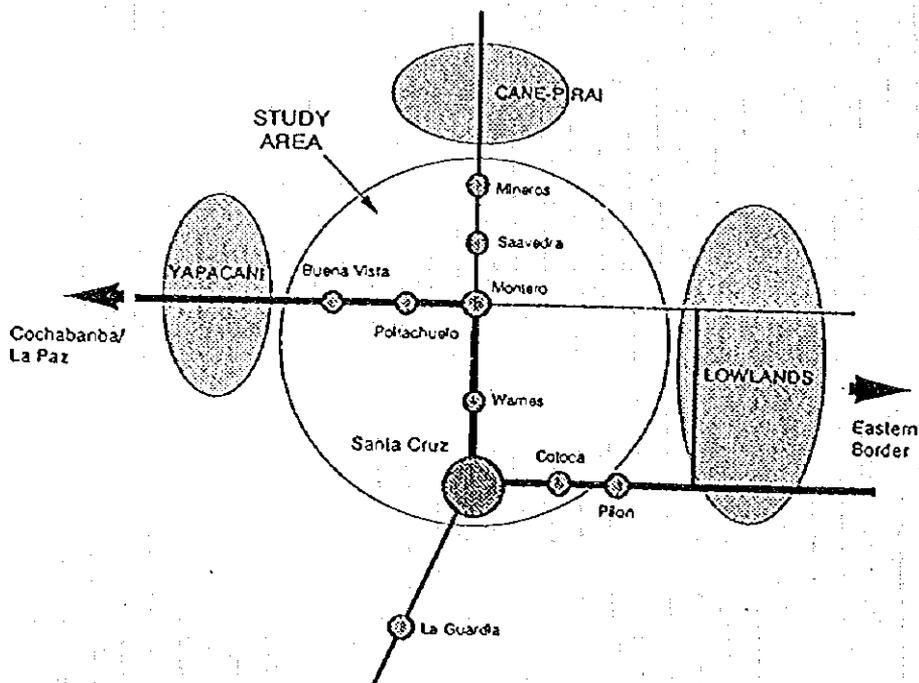
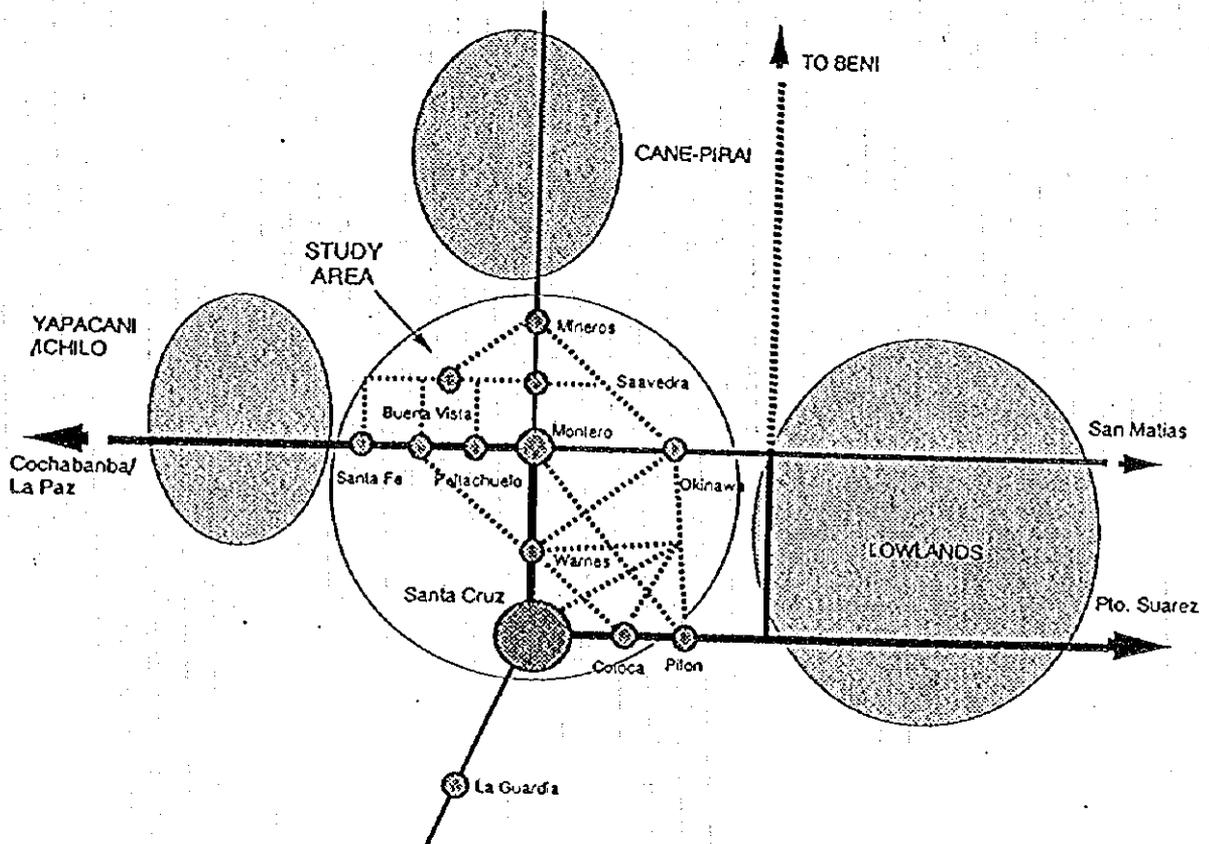


FIG. 6.4.5 HISTORIA DE PATRONES DE DESARROLLO REGIONAL (1)

Future: EXPANSION AND INTEGRATION



LEGEND:

-  Strengthen the municipal functions
-  Establishment of secondary road network

FIG. 6.4.5 HISTORIA DE PATRONES DE DESARROLLO REGIONAL (2)

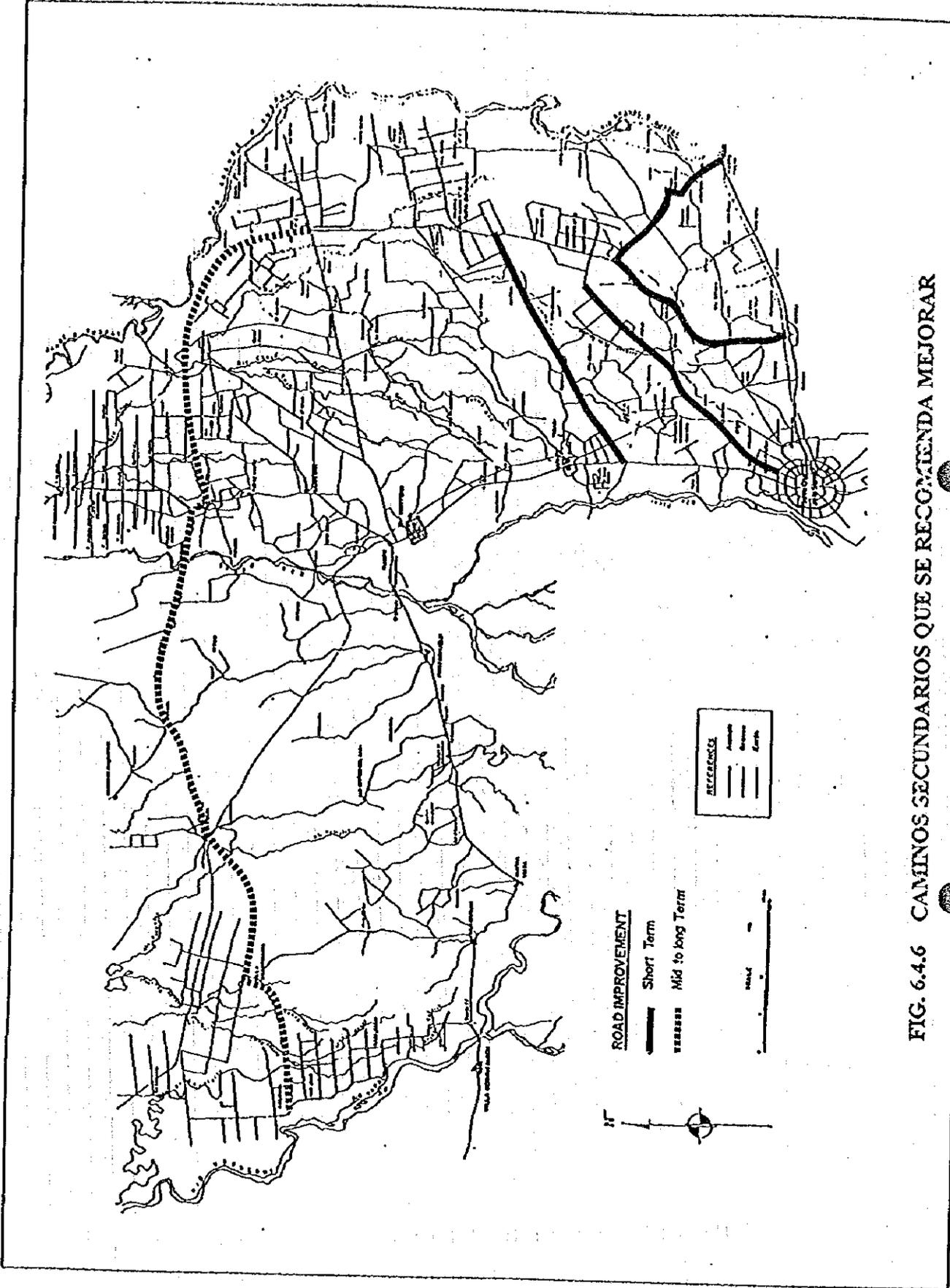


FIG. 6.4.6 CAMINOS SECUNDARIOS QUE SE RECOMIENDA MEJORAR

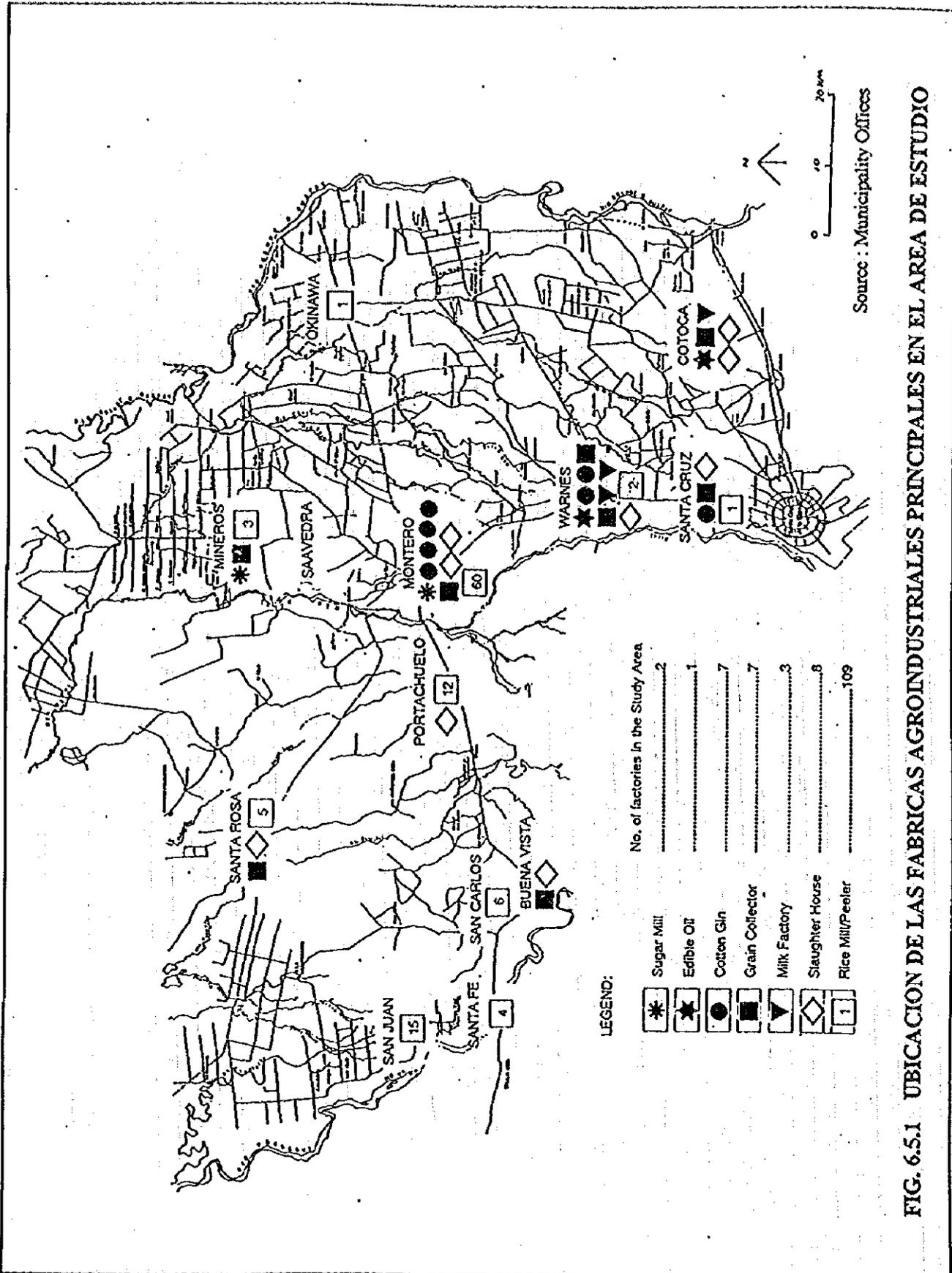


FIG. 6.5.1 UBICACION DE LAS FABRICAS AGROINDUSTRIALES PRINCIPALES EN EL AREA DE ESTUDIO

Source : Municipality Offices

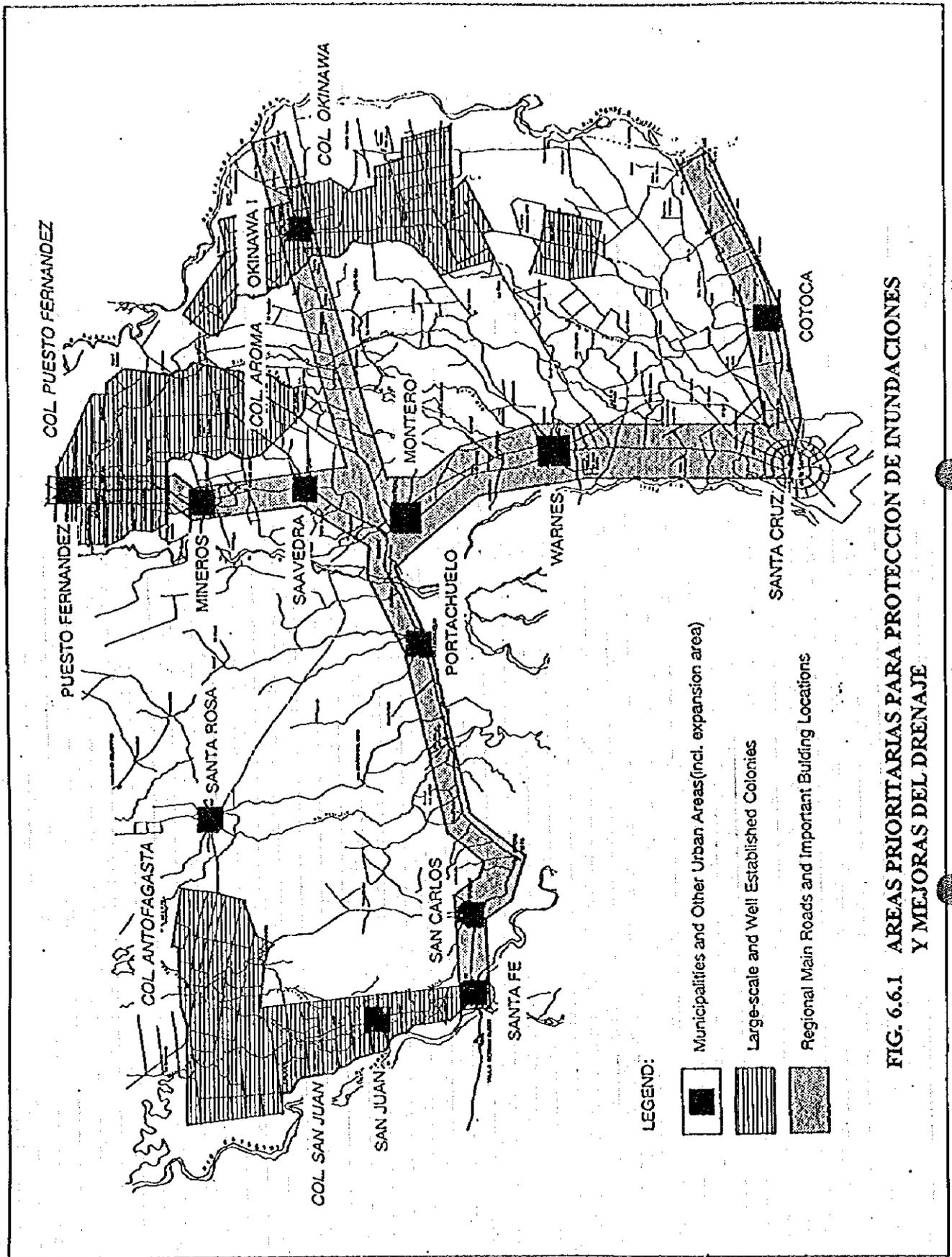
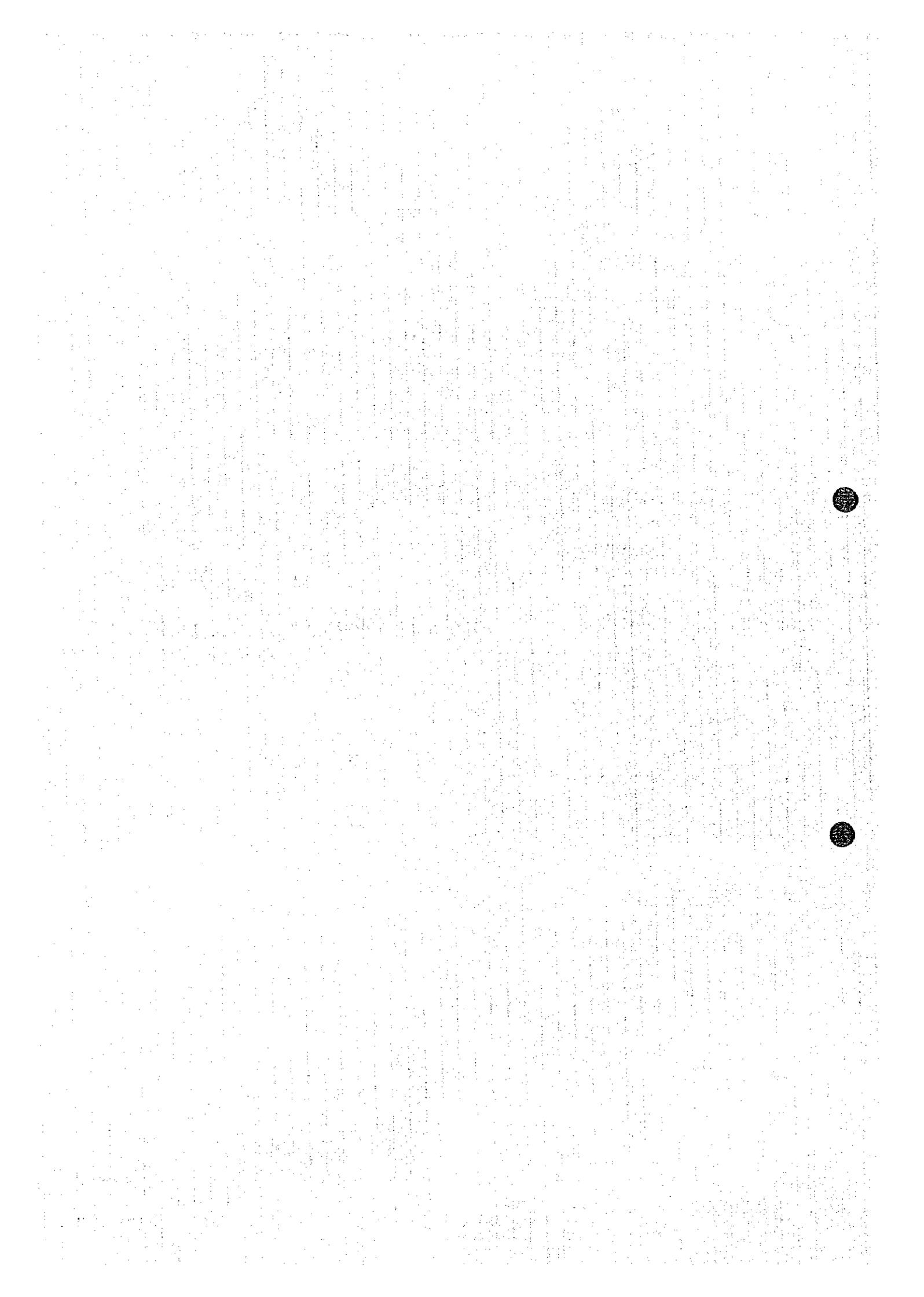


FIG. 6.6.1 AREAS PRIORITARIAS PARA PROTECCION DE INUNDACIONES Y MEJORAS DEL DRENAJE

**CAPITULO 7**

**AGRICULTURA Y USO DE LA TIERRA**



## CAPITULO 7 AGRICULTURA Y USO DE LA TIERRA

### 7.1 Aspectos Generales

#### 7.1.1 Papel de la Agricultura en la Economía Nacional

El sector agropecuario en Bolivia juega un papel importante dentro del contexto de la economía nacional; el sector contribuye con casi un quinto del total del valor agregado y con un cuarto del total de ingresos por exportación. El sector experimentó un crecimiento anual del 2,5% entre 1988 y 1992 y la contribución al PIB fue de 17,7% y 19,0%, respectivamente (*Tabla 7.1.1*).

Los cultivos principales en el Departamento de Santa Cruz son soya, caña de azúcar, arroz y maíz, los que contribuyen al 40% de la producción total agrícola del Departamento. Hasta 1988, el cultivo predominante era el arroz, pero desde el mismo año 1988, la soya pasó a ocupar el primer lugar.

La producción pecuaria también ha crecido continuamente en el período, logrando un crecimiento del 2,3% y 5,9%, respectivamente. Sin embargo, la tasa de crecimiento fue mucho menor que la promedio de la producción agrícola del Departamento y su contribución al PIB ha disminuido de 34,2% en 1988 al 27% en 1992.

#### 7.1.2 Historia del Desarrollo Agrícola en Santa Cruz

El desarrollo agrícola del Departamento de Santa Cruz se puede resumir en las etapas siguientes:

<u>Etapas</u>	<u>Período</u>	<u>Cultivos Predominantes</u>
1	1954 a 1958	Arroz y ganadería para el propio consumo
2	1958 a 1969	Arroz y caña de azúcar
3	1969 a 1974	Algodón
4	1974 a 1985	Diversificación
5	1985 al presente	Soya

## 7.2 Situación Actual de la Agricultura

### 7.2.1 Producción de Cultivos

En las *Tablas 7.2.1 y 7.2.2* se muestran los cultivos principales del Departamento de Santa Cruz y los del área de estudio. Los índices de la producción se muestran en las *Tablas E.2.3 y E.2.4*.

Los cultivos principales del Departamento de Santa Cruz son soya, caña de azúcar, maíz y arroz, los cuales cubren alrededor del 75% de la superficie sembrada. De 1990 a 1994, se evidenció una expansión significativa en la producción de los cultivos gracias al incremento del área sembrada de soya, excepto la soya de verano.

El área de estudio es la parte central agrícola del Departamento. El área cultivada llega a ser el 44% de la suma del área cultivada del Departamento. Los cultivos principales en el área de estudio son soya, caña de azúcar y arroz. La tasa anual de crecimiento de la producción de soya y arroz desde 1990 a 1994 fue inferior al promedio departamental de estos cultivos. Sin embargo, la proporción de la producción de los cultivos es todavía elevada (soya: 37%, caña de azúcar 89% y arroz 72%) con lo que el área de estudio desempeña un papel importante en el marco de la producción agrícola del Departamento.

Entre los cultivos principales, la soya es la más sembrada, llegando a cubrir un 47% del total del área sembrada de los productos principales. En el Departamento, la soya de invierno es dominante en el área que se ve afectada por inundaciones frecuentes y fuertes precipitaciones en el verano, además, hay suficientes lluvias en invierno como para que crezca la soya. La semilla de soya de invierno se produce en el área.

A partir de la última parte de la década de los años 1980, se ha popularizado la aplicación de semillas mejoradas en los cultivos principales (vea la *Tabla E.2.5 y E.2.6*). Sin embargo, la aplicación de semillas mejoradas no parece haber contribuido mucho al incremento de cosechas en el Departamento, excepto en el maíz y en la soya de verano. El impacto de las semillas mejoradas fue menor en el área de estudio que en el Departamento. Las razones principales son las siguientes:

- 1) La fertilidad del suelo se ha degradado por la práctica del cultivo continuo sin la aplicación de fertilizantes,
- 2) La condición del suelo ha sido perturbada por el uso de maquinaria agrícola pesada que lo ha compactado,
- 3) El progreso de la deforestación en las zonas altas ha ocasionado probablemente el aumento de la frecuencia de inundaciones y los daños por inundaciones.

Para agregar el numeral 1) arriba, los fertilizantes se aplicaban principalmente a la producción de semillas, tales como soya, arroz, etc., sin embargo, su aplicación todavía es muy reducida.

Por lo general, el maíz, arroz y algodón se cultivan en verano, mientras el sorgo, trigo, girasoles, y judías se cultivan en invierno. Los cultivos de verano se cosechan en marzo y abril y los cultivos de invierno se siembran en abril y mayo y se los cosecha en septiembre y octubre.

### 7.2.2 Producción Ganadera

En las *Tablas 7.2.3* y *7.2.4* se muestra el número de cabezas de ganado en el Departamento y en el área de estudio.

El ganado principal en el área de estudio es el vacuno. En el área de estudio había en 1994 unas 400.000 cabezas de ganado, lo cual corresponde al 30% del número de cabezas del Departamento. Según datos obtenidos por FEGASACRUZ (Federación de Ganaderos de Santa Cruz) y ADEPLE (Asociación Departamental de Productores de Leche) las razas de ganado son como se muestra a continuación:

#### 1) Ganado bovino (carne)

<u>Raza</u>	<u>Proporción (%)</u>
Cruza de Zebutine	50
Nelore	20
Criollo (nativo)	15
Otros	15

## 2) Ganado lechero

<u>Raza</u>	<u>Proporción (%)</u>
Cruza de Holstein	80
Holstein y Brown Suizo	20

El área de pastizales mejorados se estima en 130.000 hectáreas, de acuerdo con FEAGA-SACRUZ. La variedad de pastos cultivados en el área de estudio, son Brachiaria Decumben, Brachiaria Humidicola, Brachiaria Brizanta, Ipameia Rufa y otros. Sin embargo, la superficie ha disminuido recientemente debido a las inundaciones frecuentes y a la pobre condición de drenaje.

La producción de huevos, la cual se ubica principalmente en la parte occidental del área de estudio, ha pasado a ser uno de los sectores más importantes. El área tiene una gran ventaja en la producción de huevos ya que el área produce alimentos de alta calidad para aves, tal como la torta de soya.

La producción porcina del área llega a ser el 80% de la del departamento. Esta proporción puede aumentar más todavía ya que recién ha comenzado su producción en el área de Okinawa.

### 7.2.3 Servicios de Apoyo a la Producción

#### (1) Investigación y servicios de extensión agrícola

##### 1) Investigación agrícola

La investigación agrícola es llevada a cabo principalmente por CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), el cual es financiado por una fundación internacional. Los conceptos principales de investigación son las mezclas de las variedades de arroz, soya, algodón, trigo. Los resultados han contribuido al mejoramiento del sector agrícola con nuevas variedades. Recientemente se ha comenzado la selección de cítricos.

El Departamento de Transferencia Técnica (DTT) del CIAT es el responsable de la transferencia de los resultados de la investigación a las organizaciones para llevar a cabo los servicios de extensión mediante la organización de seminarios, la publicación de guías técnicas, etc.

El CIAT recibe asistencia técnica desde Gran Bretaña, JICA y la Universidad de Washington, y asistencia financiera para proyectos específicos de USAID y el Banco Mundial.

## 2) Extensión técnica

Existen cuatro tipos de organizaciones, estas son: organizaciones de productores, empresas privadas, organizaciones no gubernamentales (ONGs) y proyectos gubernamentales (Vea el Apéndice E).

De acuerdo con el resultado de la encuesta, el 44% de los agricultores entrevistados manifestaron que habían recibido servicios de extensión. Sin embargo, la mayoría de los pequeños agricultores no se han beneficiado con ese tipo de servicios.

## (2) Crédito agrícola

Hay dos sistemas de provisión de créditos agrícolas. Ellos son el sistema financiero formal y el sistema financiero semiformal, los cuales funcionan de la manera siguiente:

### 1) Sistema financiero formal

- Bancos
- FINDESA (Financiera de Desarrollo de Santa Cruz)

### 2) Sistema financiero semiformal

- FONDECO (Fondo de Desarrollo Comunal),
- PRODEM (Fundación para la Promoción y Desarrollo de la Microempresa)

Existen varias organizaciones que proveen crédito agrícola. Sin embargo, las probabilidades para que un pequeño agricultor pueda conseguir un préstamo son muy pocas, ya que es necesario entregar garantías e hipotecas.

## 7.3 Mercadeo de los Productos Principales

### (1) Exportación

En las *Tablas 7.3.1* y *7.3.2* se muestran las principales tendencias de exportación, desde 1984 a 1993. La soya y el azúcar contribuyeron en gran medida a ganar divisas y

en 1993 llegaron a representar el 13% del total de ingresos por exportaciones. Los países principales a los cuales se exporta pertenecen al grupo Andino, como Colombia y Perú. Desde 1985 las exportaciones de soya y azúcar han aumentado a una razón de 38% al año. Sin embargo, los porcentajes de producción exportados han disminuido desde el 80% en 1987 al 50% en 1993. Esto obedece al aumento en el consumo del mercado doméstico.

## (2) Importaciones

Las mayores importaciones agrícolas corresponden a los alimentos básicos tales como cereales y harina. Estas importaciones han aumentado desde 1990 (*Tablas 7.3.3 y 7.3.4*), y su valor es 1,5 veces el valor de las exportaciones de soya en 1992. Los productos agrícolas importados, de los cuales el trigo es una parte importante, pueden ser producidos en el área de estudio. La expansión de la producción de trigo en este área contribuirá al ahorro de divisas.

## (3) Agro-industria

En la *Tabla E.3.5* aparece una lista de las agro-industrias. Estas industrias juegan un papel importante, no solo en la actividad económica y generación de empleo, sino también al respaldar el desarrollo de la agropecuaria.

Las instalaciones de procesamiento de los cultivos principales, tales como aceite comestible, torta de soya, arroz y azúcar pueden manejar mayor cantidad de materia prima. Especialmente, la tasa de operación de las fábricas de frutas en conserva es menor al 50%. La expansión de la producción de frutas tiene un elevado potencial en el área de estudio.

## 7.4 Capacidad Productiva y Uso del Suelo

### 7.4.1 Capacidad Productiva del Suelo

En la *Tabla 7.4.1* y en la *Fig. 7.4.1* se muestra el área dividida en categorías y la distribución de estas. La capacidad productiva de la tierra se divide en las siguientes cinco categorías:

<u>Categoría</u>	<u>Clasificación de la Tierra</u>	<u>Criterio</u>
1	II-III	Tierra apropiada para la agricultura
2	IV	Tierra marginalmente apropiada para la agricultura
3	V	Tierra apropiada para pastizales
4	VI-VII	Tierra marginalmente apropiada para pastizales
5	VIII	Tierra no apropiada para ninguna actividad agrícola

La tierra apropiada para la agricultura, categoría -1, cubre 4.431 km cuadrados, correspondiendo al 62% del área de estudio y la tierra no apropiada para la agricultura cubre el 30% del área. Las tierras con categoría -4 y -5 están distribuidas principalmente a lo largo de los cauces de los ríos y tienen problemas de drenaje.

De acuerdo con la *Tabla 7.2.2*, se estima el área cultivada anual en 2.200 km cuadrados. El área de pastizales mejorados es de 1.300 km cuadrados, lo cual equivale al 80% del área de la categoría 1. Por lo tanto, todavía existe capacidad para ampliar el uso intensivo de la tierra en actividades tales como el cultivo y pastizales mejorados.

#### 7.4.2 Uso de la Tierra

El Equipo del Estudio preparó un mapa de uso de la tierra, basándose en los datos del LANDSAT de 1992 y 1994, fotografías aéreas tomadas en 1995 y estudios de reconocimiento en terreno. En la *Tabla 7.4.2* y la *Fig. 7.4.2* se muestran las áreas por tipo de tierra y el uso actual de las tierras. Un resumen del uso de la tierra en 1984 y 1993 se muestra en la *Tabla 7.4.3*.

##### (1) Características del uso de la tierra

A continuación se hace un resumen de los hechos obtenidos a partir del mapa principal de uso de la tierra:

- 1) Los bosques están distribuidos en tierras no arables y a lo largo de los cursos de los ríos, que se caracterizan por tener pobres condiciones de drenaje.
- 2) Los bosques secundarios también están distribuidos en áreas de tierra no arables.
- 3) Las tierras agrícolas de los cultivos de las tierras superiores y de la caña de azúcar, se distribuyen principalmente en la tierra arable, pero están amenazadas por inundaciones.

- 4) El área con pobre drenaje, clasificada como no arable, en San Juan, etc. es parcialmente usable en cultivos de tierras altas con el mejoramiento de las condiciones de drenaje.
- 5) El área de escasas precipitaciones, la parte meridional del área de estudio, se usa principalmente para pastizales.
- 6) La tierra en la que se cultiva la caña de azúcar cubre la parte central del área de estudio, en la cual se ubican los ingenios azucareros.

(2) Cambio en el uso de la tierra

Se ajustaron en el estudio los datos de uso de la tierra de 1993, ya que estos datos no cubren toda el área de estudio y las categorías de uso de la tierra fueron diferentes a las de los otros datos usados en el estudio. Los datos de uso de la tierra correspondientes a 1984 se estimaron basándose en las áreas sembradas con los diferentes cultivos. A continuación se hace un resumen con los cambios principales en el uso de la tierra.

- 1) La proporción de uso de la tierra por provincia casi no muestra cambios entre 1993 y 1995, excepto en la provincia Ichilo.
- 2) La tierra agrícola total, incluyendo los pastizales, no cambió desde 1984. Sin embargo, la proporción entre las tierras agrícolas cultivadas y los pastizales cambió bastante en ese período. El área agrícola cultivada aumentó y la tierra para pastizales disminuyó.
- 3) La provincia Andrés Babiñez tuvo un comportamiento diferente al de las otras. Es posible que el motivo sea que en el área no hubo la suficiente precipitación para cultivos agrícolas.
- 4) Las áreas forestales en las tres etapas fueron prácticamente las mismas. Se supone por lo tanto, que el desarrollo de los terrenos agrícolas terminó en la zona en 1984.
- 5) Las áreas forestales secundarias en 1993 y 1995 probablemente corresponden a las tierras sin uso en 1984. Esto sugiere que las áreas ocupadas por los bosques secundarios fueron alguna vez desarrolladas pero fueron posteriormente abandonadas.

(3) Uso actual de la tierra por zonas

Como resultado del análisis de las situaciones existentes, naturales y sociales, el área puede ser dividida en nueve zonas, como lo muestra la *Fig. 7.4.3*. Inundación, suelo y estructura agrícola tienen prioridad en la zonificación, ya que estos tres factores están relacionados uno con otro y afectan el uso de la tierra existente.

Las características principales de las zonas y los factores principales de la zonificación están resumidos de la manera siguiente:

<u>No. de Zona</u>	<u>Característica Principal (Área)</u>	<u>Factor Principal</u>
Zona-1:	Área de bajas precipitaciones (Cotoca)	Lluvia
Zona-2	Campos superiores de cultivo intensivo (Okinawa)	Estructura agrícola, Inundaciones
Zona-3	Área de producción de caña de azúcar (Montero)	Estructura agrícola, Inundaciones
Zona-4	Colonia Local-1 (Minero)	Estructura agrícola, Inundaciones
Zona-5	Área de cultivo de tierras superiores desarrollada recientemente (Chané)	Inundaciones
Zona-6	Área agrícola de diversidad intensiva (San Juan)	Estructura agrícola, Inundaciones
Zona-7	Colonia local-2 (Antofagasta)	Estructura agrícola, Inundaciones
Zona-8	Área de pastizales (Buena Vista)	Estructura agrícola, suelo
Zona-9	Área de bosque (Sara)	Suelo, Uso de la tierra

## 7.5 Identificación del Problema

Para complementar los datos existentes y para identificar los problemas en el sector agrícola el Equipo del Estudio efectuó una encuesta.

En las *Tablas E.5.1 y E.5.2* se muestra el número de agricultores clasificados según el tamaño de sus posesiones. Los resultados de la encuesta se muestran en la *Tabla E.5.3*. A continuación se hace un resumen con los resultados más importantes obtenidos.

### (1) Inundación

El 72% de los agricultores entrevistados han sufrido daños por inundaciones. El 93% de ellos sufre inundaciones anualmente. La profundidad media de las inundaciones y la duración de ellas es de 63 cm y 14 días.

Como resultado, las inundaciones afectan la productividad y la selección de los cultivos, como así también la composición de la agricultura en el área de estudio. Para estabilizar la producción agrícola y para acelerar la diversificación agrícola, se necesita establecer medidas urgentes de control para inundaciones.

### (2) Disparidad de los agricultores según el tamaño de su finca

Los ingresos de los agricultores son muy diferentes, dependiendo del tamaño de sus fincas. Hay una tendencia a que la finca más pequeña sea la que tiene el menor rendimiento. De acuerdo con los resultados de la encuesta a los agricultores, las razones principales que se han supuesto son las siguientes:

- Selección del mismo cultivo entre agricultores con fincas de tamaños diferentes
- No existen servicios de apoyo a los pequeños agricultores
- Número reducido de agricultores organizados

El número de agricultores que pertenecen a una organización de agricultores es el 73% en promedio. Los grandes agricultores están 100% organizados, pero los pequeños agricultores están organizados en un porcentaje todavía bajo. Es muy importante que agricultores pertenezcan a alguna organización para conseguir la tecnología apropiada u obtener poder negociador.

(3) Diversificación agrícola

La mayoría de los agricultores desean continuar con la producción del mismo tipo de cultivo, ya sea soya, arroz, maíz y caña de azúcar. Sin embargo, alrededor del 10% de agricultores desean diversificar su agricultura introduciendo verduras y frutas. Especialmente, los pequeños agricultores tienen la intención de diversificar su producción.

Las colonias de San Juan y Okinawa están acelerando la diversificación de su agricultura para estabilizar los ingresos y mantener la fertilidad del suelo, mediante la introducción de frutas y ganado.

La diversificación puede ser una propuesta efectiva para lograr el desarrollo sostenible del área.

(4) Uso de la tierra con baja intensidad

Las tierras descuidadas o abandonadas, llegan al 16% de las tierras arables. La eficiencia de la utilización de la tierra, es decir, la proporción anual del uso de la tierra es baja. Los pequeños agricultores, cultivan su tierra en una proporción menor al 110%. Esto significa que los agricultores cultivan su tierra sólo una vez al año.

(5) Degradación de la fertilidad del suelo

La mayoría de los agricultores aplican herbicidas e insecticidas, sin embargo, sólo el 15% de los agricultores utilizan fertilizante, el cual se usa principalmente en la producción de semillas. El número de agricultores que colocan fertilizantes es menor a la proporción a nivel nacional, como lo muestra la *Tabla E.2.6*.

(6) Comparación de la situación agrícola entre el área susceptible a inundaciones y el área en la que no ocurren inundaciones.

Los resultados principales son los siguientes:

- 1) El área susceptible a inundaciones está principalmente distribuida en la parte septentrional del área de estudio.
- 2) El área que no se inunda produce US\$153 por hectárea, pero el área susceptible a las inundaciones produce sólo US\$113 por hectárea.

- 3) Por el contrario, el rendimiento de los cultivos en el área propensa a las inundaciones es de mayor.
- 4) En lo que respecta al uso de la tierra, el área de cultivo anual es mayor en el área propensa a las inundaciones (56%) y el área de pastizales es extensa en el área que no sufre inundaciones.
- 5) La proporción de área cosechada en relación al área sembrada es mayor en el área que no se inunda.
- 6) Con respecto a la pecuaria la proporción de ganado vacuno es mayor en el área que no sufre inundaciones (85%) pero el ganado lechero es más numeroso en el área propensa a las inundaciones.
- 7) La proporción de aplicación de insumos agrícolas, tales como semillas mejoradas y químicos de uso agrícola es mayor en el área propensa a las inundaciones.
- 8) La proporción de agricultores organizados es mayor en el área propensa a las inundaciones.
- 9) Los agricultores en el área propensa a las inundaciones tienen un marcado deseo de diversificar su producción.

El área propensa a las inundaciones está caracterizada por ser más fértil y por aplicar mayor cantidad de insumos agrícolas que el área que no sufre inundaciones. Esta área parece jugar un papel central en la producción agrícola.

#### **7.6 Política Actual de Desarrollo de la Agricultura**

El Plan de Desarrollo del Departamento de Santa Cruz fue preparado por CORDECruz, en 1995. Los objetivos y políticas relacionadas con el sector agrícola, se resumen a continuación.

##### **(1) Objetivo**

La tasa de crecimiento del PIB de todo el país tiene como objetivo alcanzar un 5%. Los principales sectores que se espera contribuyan más para alcanzar el objetivo son: la minería, la agricultura, la ganadería, la madera y la agroindustria. Para alcanzarlo, debe considerarse detalladamente la conservación ambiental y el desarrollo sostenible de los recursos.

## (2) Política agrícola

Las principales políticas agrícolas para alcanzar tal objetivo son las siguientes:

- 1) Fortalecimiento de la investigación y del servicio de extensión técnica para mejorar los recursos humanos,
- 2) Aumento del presupuesto para investigación agrícola,
- 3) Mejora de los controles sanitarios para las cosechas y el ganado,
- 4) Mejora de los caminos vecinales para garantizar el transporte de los productos agrícolas,
- 5) Mejora del crédito agrícola para agricultores de mediana y pequeña escala,
- 6) Reforestación de los terrenos no arables, para evitar la degradación del suelo.

## 7.7 Plan de Desarrollo

El concepto de desarrollo básico del estudio se resume en la *Fig. 7.7.1*. El objetivo es lograr un desarrollo sostenible por la ejecución de contramedidas óptimas.

### 7.7.1 Plan de Desarrollo por Zonas

Para estabilizar la economía regional, es indispensable ejecutar los proyectos de mitigación de las inundaciones y del mejoramiento del sistema de drenaje. Al mismo tiempo, para mantener un crecimiento económico sostenible, es necesario adoptar las siguientes medidas.

- Introducción de la apropiada rotación de cultivos para mantener la fertilidad del suelo.
- Introducción de cultivos de alta productividad tales como frutas para aumentar los ingresos de los agricultores.
- Introducción de cultivos que toleren el agua y variedades aptas para áreas que se inundan

Para implementar el plan de desarrollo, será necesario intensificar los servicios de extensión agrícola tal como la extensión técnica y los créditos. Especialmente, son

esenciales los servicios de extensión y apoyo técnico para los pequeños agricultores, ya que ellos juegan un papel importante en la diversificación.

La situación actual de las zonas en que se proponen los planes de desarrollo agropecuario y las propuestas contempladas en ellas son como se describen a continuación (Ver la *Tabla 7.7.1* para conseguir una información más detallada).

(1) Zona-1: Area de baja precipitación (Cotoca)

1) Situación Existente

- Los pastizales son dominantes en el uso de la tierra debido a la baja precipitación y el suelo arenoso. Las características de la estructura agrícola en el área son tales, que el área está llena de pequeños agricultores que efectúan sus cultivos al igual que lo hacen los agricultores de gran escala, los cuales necesitan de un extenso terreno para poder tener una cantidad de ingresos aceptable y así continuar su producción.
- Bosques distribuidos a lo largo de los cursos de los ríos y en tierras no arables.

2) Propuestas

- La gran disparidad de ingresos entre los agricultores es un problema. Para mejorar los ingresos de los pequeños agricultores, se debe introducir un cultivo altamente productivo que necesite gran cantidad de obra de mano, como las frutas.
- La expansión de los cultivos perennes en el área mejorará la condición del uso de la tierra con respecto a los aspectos de control de las inundaciones.
- Para aumentar la productividad del ganado, se deben introducir árboles forrajeros leguminosos, tales como Leucena y árboles resistentes a la sequía.

Como medidas a la falta de agua, se debe estudiar la introducción de cultivos resistentes a la sequía y desarrollar recursos de agua para proporcionar agua suplementaria durante la etapa de germinación.

(2) Zona-2: Area de cultivo intensivo de tierras altas (Okinawa)

1) Situación Existente

- El uso mayoritario del suelo está en la zona de tierras altas. El cultivo principal es la soya, que llega a ser el 70% de los cultivos, segundo es trigo en invierno y el tercero

es arroz de tierras altas en verano. La productividad de las cosechas ha venido disminuyendo debido al cultivo continuo sin uso de fertilizantes. Los rendimientos son todavía elevados en el Departamento gracias a la fertilidad del suelo. Los bosques están distribuidos sólo a lo largo del curso de los ríos.

- El área juega un papel importante en la economía regional mediante la producción agrícola. Sin embargo, gran parte del área está sufriendo de problemas de inundación y de mal drenaje. Para estabilizar la producción agrícola del área, es indispensable efectuar trabajos de mitigación de las inundaciones en el área y solucionar los problemas de drenaje.

## 2) Propuestas

- Para contrarrestar la degradación de las condiciones de la agricultura, es necesario efectuar la rotación de los cultivos tal como la rotación de cultivos de leguminosas y de gramíneas.
- El área depende en gran medida de la soya. Para evitar el riesgo de las fluctuaciones de precio, se requiere una agricultura diversificada. La diversificación de la agricultura contribuirá a mantener una elevada tasa de crecimiento agrícola en el Departamento.

## (3) Zona 3: Área de producción de caña de azúcar (Montero)

### 1) Situación Existente

- El uso más común de la tierra es el cultivo de la caña de azúcar, ya que el suelo es apropiado para la producción de este cultivo. En la zona se han establecido varios ingenios azucareros. El problema principal es la disminución de la productividad debido al cultivo continuado de la caña de azúcar.
- La parte septentrional del área sufre de los problemas provocados por las inundaciones y el mal drenaje. Para estabilizar la producción agrícola en el área es indispensable efectuar la mitigación de las inundaciones y solucionar los problemas de drenaje.

### 2) Propuesta

- Para mantener la productividad, se requiere efectuar la rotación de cultivos apropiada.

(4) Zona-4 Colonia local-1 (Minero)

1) Situación Existente

- El área consta de pequeños agricultores que producen arroz, soya y caña de azúcar. Sin embargo, se encuentra afectada por inundaciones del Río Pirai y del Río Chané y tributarios.

2) Propuestas

- Para mitigar los problemas de las inundaciones será necesario introducir variedades de cultivos tolerantes a las inundaciones, ya que no será posible efectuar medidas tradicionales.

(5) Zona-5: Área de cultivos de tierras altas de desarrollo reciente (Chané)

1) Situación Existente

Es un campo de desarrollo reciente con suelo fértil y muy alta productividad, pero está ubicado en un área de peligro frecuente de inundaciones. El uso principal de la tierra es la caña de azúcar y productos de tierras altas como soya y arroz.

2) Propuestas

- Será necesario introducir variedades de cultivos tolerantes a las inundaciones ya que las medidas estructurales requeridas son muy costosas y no sería posible efectuarlas.
- El área se mantiene muy productiva pero hay posibilidades de que los rendimientos y fertilidad del suelo disminuyan en la zona-2 y -3. Para evitar este problema, se debe introducir la rotación apropiada de los cultivos, diversificación de la agricultura y tecnología de manejo del suelo.

(6) Zona 6: Área agrícola diversificada intensiva (San Juan)

1) Situación Actual

- La agricultura en el área ya está diversificada, sin embargo, el área sufre inundaciones y problemas de mal drenaje. El uso principal del suelo está en los campos de cultivo de las tierras altas, en más del 79% de la superficie.

2) Propuestas

- Mitigando tales problemas, será posible la mayor diversificación y expansión de cultivos perennes y se obtendrá una agricultura sostenible acelerada.

(7) Zona-7: Colonia local-2 (Antofagasta)

1) Situación Actual

- El área está sufriendo de problemas de inundaciones y de pobre drenaje. Para estabilizar el área, es indispensable mitigar las inundaciones y los problemas de drenaje del área.
- El área consta de pequeños agricultores que producen arroz en verano y soya en invierno.
- El área necesita promover la diversificación de su agricultura.

(8) Zona-8: Area de Pastizales (Buena Vista)

1) Situación Actual

- La mayor parte del área consiste de tierras para pastos y bosques, debido a la baja fertilidad del suelo.
- El área no tiene problemas serios de inundaciones.

2) Propuestas

- La agricultura del área no puede cambiar debido a que la mayor parte no es adecuada para la agricultura. Por lo tanto, para aumentar la productividad, es necesario mejorar la calidad de los pastizales.

(9) Zona-9: Area forestal (Sara)

1) Situación Actual

- Los recursos maderables de la zona van a acabarse en el área, pues la mayoría de la madera útil ya ha sido cortada. Sin embargo, la mayor parte del área no puede usarse para la agricultura ya que el suelo no es apto para efectuar cultivos agrícolas.
- No hay problemas serios de inundaciones.

## 2) Propuestas

- Para mantener la industria forestal debe efectuarse la reforestación con árboles útiles. Las especies más recomendadas para reforestación son Mara (*Swietenia macrophylla*), Roble (*Amburana cearensis*), Cedro (*Cedrela Sp.*), Cerebó (*Schizolobium paraibum*), Ochoó (*Hura crepitans*) y otros.

### 7.7.2 Protección del Bosque a lo Largo del Curso de los Ríos

El bosque juega un papel importante en la conservación del suelo y de los recursos de agua y en la conservación de la fauna y la flora. El área forestal ha disminuido por el desarrollo de terrenos agrícolas, sin embargo, debe conservarse para la mitigación de las inundaciones y de protección del medio ambiente.

#### 1) Bosques protectores a lo largo de los Ríos Grande, Pirai y Yapacani

El Reglamento Forestal (Art. 15) reglamenta que el bosque debe ser protegido a lo largo del río en un área de 500 m de ancho. Se planea que se conserve en cada ribera de los ríos un franja de bosque de 1 km de ancho debido a los efectos de mitigación de las inundaciones y a la conservación de la fauna y flora, como se propone en el Mapa del Plan de Uso de Suelo, preparado por CORDECRUZ.

#### 2) Bosque protector a lo largo del curso de ríos en área de tributarios.

El Reglamento Forestal reglamenta que el bosque debe cubrir por lo menos una franja de 20 m de ancho a lo largo del río secundario.

Se planea conservar un bosque en una franja de 100 de ancho en cada ribera del río para la mitigación de las inundaciones y conservación ambiental, ya que la vegetación natural a lo largo de los ríos pequeños de la zona tiene un ancho de alrededor de 100 m en cada ribera, de acuerdo con el estudio de reconocimiento de uso de la tierra.

### 7.7.3 Centro de Demostración Agrícola

En Bolivia existen muchas áreas en las cuales se presentan severas limitaciones para los cultivos, tales como San Juan. De estas áreas, San Juan es el área más desarrollada, armonizada con las condiciones naturales.

Los agricultores del área están bien organizados y reciben suficientes beneficios de la organización. La infraestructura de la zona están bien mejoradas y manejadas por la

organización, como así también se han organizado para los procesos luego de la cosecha, tales como agro industrias y sistemas de recopilación. La cooperación de San Juan, por lo tanto, puede decirse que es un modelo de organización de agricultores.

De acuerdo con el estudio de reconocimiento basado en el cuestionario, la mayoría de los pequeños agricultores no están organizados y no conocen la importancia de la organización.

Por lo tanto, se recomienda que se establezca el centro agrícola en San Juan, para hacer notar a los pequeños agricultores la importancia de la organización, en lo siguiente:

- Manejo de la organización,
- Actividades y rol de la organización,
- Distribución de información técnica
- Manejo de la infraestructura de las granjas

#### **7.7.4 Investigación de Variedades Resistentes al Agua**

De acuerdo con los resultados del estudio de reconocimiento mediante cuestionario, existen muchas zonas en las cuales cada año se producen daños por inundaciones. Es difícil mejorar la situación de las Zona 4, 5 y 7.

Por lo tanto, para poder continuar la agricultura en tales zonas es necesario usar variedades tolerantes al agua.

La mayoría de los agricultores cultiva arroz durante la estación de las lluvias para el propio consumo y la mayoría de ellos dejan tales campos descuidados. El rendimiento del arroz es muy bajo y de otros cultivos muy escaso.

El CIAT ha obtenido variedades de alto rendimiento y ha contribuido a aumentar la productividad de las cosechas. Sin embargo, para mejorar la situación es necesario obtener una variedad tolerante al agua. Se recomienda al CIAT efectuar investigaciones sobre variedades apropiadas para las áreas que se ven afectadas severamente por las inundaciones.

### 7.7.5 Proyección de la Producción Agrícola en el Año 2010

El Gobierno ha colocado la economía nacional a un ritmo de crecimiento deseado de 5% por año para el período 1995 a 2005.

La agricultura jugó un rol importante en la economía regional; mostrando una alta tasa de crecimiento (8% por año durante 1988 a 1992) y compartiendo 21% de PIB departamental en 1992. El área de estudio contribuyó con cerca del 55% del PIB agrícola

Considerando estas situaciones, el sector agrícola del área de estudio debe mantener su rol importante hacia el objetivo de crecimiento. Es así que, la implementación del control de inundaciones se espera que induzca los siguientes efectos en la agricultura:

- 1) Expansión del area cultivada
- 2) Incremento de tierra productiva por medio de la introducción de cultivos de alta producción con la consecuente mejora de los rendimientos de estos.
- 3) Disminución de problemas post cosecha con la mejora de la condición de los caminos y campos de cultivo.

A partir de la estimación de los efectos, la implementación del control de inundaciones espera expandir el área sembrada de la estación lluviosa de 1994 en 1.2 veces. Es así que, el área tiene un potencial de expansión de 1.5 veces el rendimiento de los cultivos; con un radio que supera el promedio del rendimiento de caña de azúcar y arroz de 1994. Por lo tanto, el área tiene un potencial de expansión 1.77 veces (1.2x1.5) de la producción agrícola con la mejora de las inundaciones. La expansión de la producción de cultivos, para 2010 equivale a 3.6% por año con una tasa de crecimiento en la producción agrícola. De acuerdo con esto, los siguientes efectos son esperados:

- 1) Alivio del daño de la post-cosecha
- 2) Incremento de la productividad de la tierra por la expansión de la mayor productividad de los cultivos.
- 3) Expansión de la producción de los cultivos en invierno por la estabilización de la producción en la estación lluviosa.

Como resultado de esta suposición, en el área es posible realizar 5% de crecimiento por año después de mejorar la situación de las inundaciones.

**TABLAS**

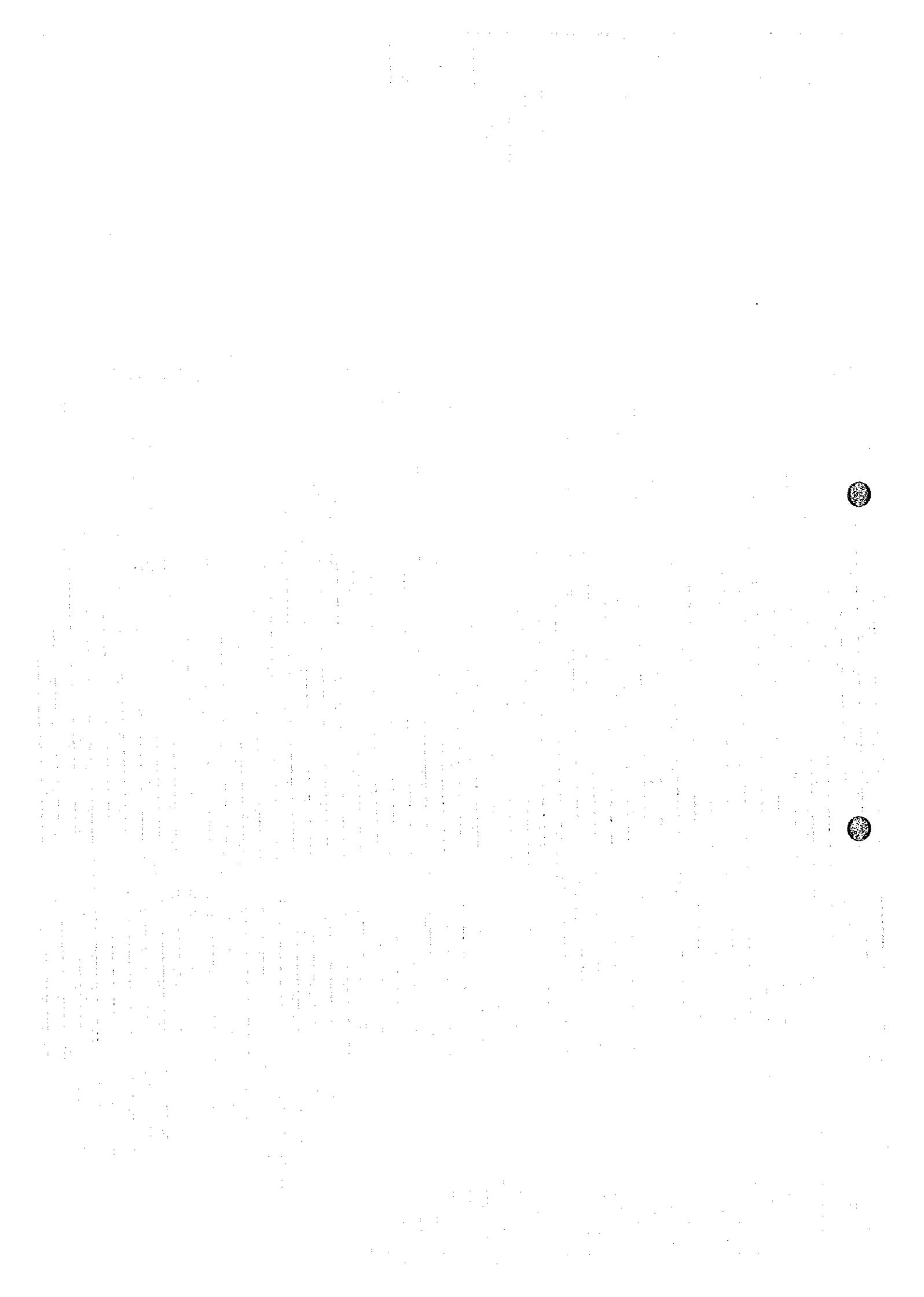


TABLA 7.1.1 ANALISIS DEL GDP AGRICOLA DE BOLIVIA Y SANTA CRUZ

	1988	1989	1990	1991	1992	Average Annual	
						1992	Growth Rate
							%
National GDP							3.9
Agricultural GDP / National GDP	18.7	18.1	18.1	19.0	17.7		2.5
STC GRP / National GDP	27.3	27.4	28.2	28.6	28.4		4.8
Agricultural GRP STC / Agricultural GDI	27.3	29.5	31.2	34.5	33.9		8.2
Agricultural GRP STC / GRP STC	18.6	19.5	20.1	23.0	21.1		4.8
Share of Main Subsector in Agricultural GRP of STC							
Soybean	7.5	14.3	10.6	14.2	12.0		22.4
Sugarcane	9.2	9.0	11.3	13.8	11.3		15.1
Rice	10.2	8.6	10.2	8.2	8.3		3.8
Maize	5.1	5.3	3.4	6.2	7.6		20.8
Wheat	0.4	1.1	3.0	2.4	4.5		99.0
Livestock	29.1	27.0	25.3	21.0	22.5		2.3
Chicken	5.1	5.1	5.2	4.1	4.5		5.9
Total	66.6	70.3	68.9	70.0	70.8		10.8

Source : CUENTAS REGIONALES, SECTOR AGROPECUARIO 1988 - 1992

**TABLA 7.2.1 PRODUCCION DE CULTIVOS PRINCIPALES EN SANTA CRUZ**

	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94
<b>Cotton fiber</b>											
ha	5,741	9,478	10,831	7,463	9,710	1,215	3,555	16,523	26,000	11,400	19,000
qq/ha	8.99	7.01	7.65	8.38	7.26	13.52	12.09	11.20	5.10	14.67	10.00
qq		51,607	66,462	82,876	62,574	70,506	16,425	41,145	185,058	133,640	167,237
<b>Cotton seed</b>											
ha	5,741	9,478	10,831	7,600	9,400	1,200	3,500	16,500	26,000	11,799	19,000
t/ha	0.63	1.01	0.87	0.80	0.80	0.67	0.65	0.60	0.50	0.79	0.70
t	3,617	9,573	9,423	6,080	7,520	804	2,275	9,900	13,000	9,336	133,000
<b>Rice</b>											
ha	60,000	80,000	37,000	50,000	65,000	58,500	73,000	73,000	73,000	85,717	96,500
t/ha	2.11	2.11	2.67	2.68	2.11	2.29	2.50	2.50	2.93	1.90	2.00
t	126,600	168,800	98,790	134,000	137,150	133,965	182,500	182,500	213,890	162,862	193,000
<b>Maize</b>											
ha	50,000	70,000	45,000	32,000	37,500	35,000	52,000	40,000	80,000	83,000	85,000
t/ha	2.05	2.20	2.30	2.30	2.07	2.50	1.10	3.60	2.16	3.60	3.18
t	102,500	154,000	13,500	73,600	77,625	87,500	57,200	144,000	172,800	298,800	270,300
<b>Wheat</b>											
ha	9,000	12,960	10,000	6,500	4,000	13,316	30,219	36,614	63,614	35,115	53,550
t/ha	1.00	1.00	0.47	1.15	0.87	0.81	1.61	1.32	1.52	0.96	1.41
t	9,000	12,960	4,741	7,500	3,500	10,864	48,951	48,400	96,514	33,590	75,505
<b>Frejol</b>											
ha	3,000	5,000	400	670	800	1,500	7,880	18,000	8,000	4,500	5,000
t/ha	1.20	1.20	1.25	1.20	1.20	1.20	1.20	0.70	0.70	0.80	0.76
t	3,600	6,000	5,000	804	960	1,800	9,456	12,600	5,600	3,600	3,800
<b>Sun flower</b>											
ha				40	80	350	10,217	21,500	20,155	23,031	60,000
t/ha				0.60	0.80	0.80	1.16	1.37	1.27	1.22	0.96
t				24	64	280	11,870	29,500	25,572	28,055	57,600
<b>Soy bean (W)</b>											
ha	14,000	12,000	12,358	12,500	20,000	30,000	32,334	45,000	27,600	65,231	89,000
t/ha	1.00	1.01	1.18	1.01	0.70	1.50	1.69	1.60	2.11	1.50	1.50
t	14,000	12,120	14,579	12,600	14,000	45,000	54,781	72,000	58,299	97,847	133,500
<b>Soy bean (S)</b>											
ha	36,316	51,000	50,800	53,878	60,000	110,000	140,000	150,000	164,920	174,923	242,000
t/ha	2.10	1.70	2.50	1.71	2.00	2.20	1.29	2.13	1.52	2.38	2.45
t	76,255	86,790	127,000	92,200	120,000	242,000	180,000	320,000	250,367	415,508	592,900
<b>Sugar cane</b>											
ha	47,727	47,624	42,000	40,000	40,000	38,435	47,995	70,000	64,000	64,354	64,354
t/ha	37.48	33.18	24.61	32.24	33.78	35.45	44.16	45.00	40.00	30.73	28.66
1,000 t	1,789	1,580	1,034	1,290	1,351	1,363	2,119	3,150	2,560	1,977	1,844
<b>Sorghum</b>											
ha	6,000	17,000	12,000	6,000	10,500	15,360	24,000	14,500	15,000	35,000	23,500
t/ha	3.00	3.50	3.90	3.00	3.00	2.50	1.50	3.20	2.80	2.79	2.07
t	1,800	59,500	46,800	18,000	31,500	38,400	36,000	46,400	42,000	97,650	48,645
<b>Total</b>											
1,000 ha	238	315	231	217	257	305	425	502	568	594	757

Source: CAO

**TABLA 7.2.2 PRODUCCION DE CULTIVOS PRINCIPALES EN EL AREA DE ESTUDIO**

	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94
<b>Cotton fiber 1)</b>					
ha			1,025	898	5,090
qq/ha			10.82	7.37	11.06
qq			11,091	6,618	56,281
<b>Cotton seed 1)</b>					
ha			1,025	898	5,090
t/ha			0.58	0.51	0.51
t			590	458	2,589
<b>Rice 2)</b>					
ha		50,000	71,717	74,500	69,350
t/ha		2.93	1.90	2.00	2.00
t		146,500	136,262	149,000	138,700
<b>Maize 3)</b>					
ha			7,900	7,900	11,900
t/ha			3.70	3.27	3.60
t			29,230	25,833	42,830
<b>Wheat 4)</b>					
ha	10,684	7,084	10,192	4,600	9,500
t/ha	1.62	1.57	1.53	1.80	1.95
t	17,343	11,089	15,642	8,280	18,525
<b>Sunflower 4)</b>					
ha			2,960	3,670	8,250
t/ha			1.08	1.49	1.09
t			3,208	5,483	9,001
<b>Soybean(W) 4)</b>					
ha	31,579	42,820	24,003	63,643	88,000
t/ha	1.69	1.60	2.14	1.51	1.50
t	53,369	68,512	51,366	96,073	132,000
<b>Soybean(S) 4)</b>					
ha	46,477	44,450	46,535	42,057	57,265
t/ha	1.27	2.13	1.52	2.22	2.37
t	59,026	94,679	70,733	93,435	135,491
<b>Total Soybean 4)</b>					
ha	78,056	87,270	70,538	105,700	145,265
t/ha	1.44	1.87	1.73	1.79	1.84
t	112,394	163,191	122,100	189,509	267,491
<b>Sugarcane 5)</b>					
ha	47,994	69,999	57,152	57,468	57,468
t/ha	44.16	45.00	40.00	30.73	28.66
t	2,119,420	3,149,960	2,286,080	1,765,995	1,647,036
<b>Total Planted Area</b>					
	158,739	201,506	221,800	254,736	306,823

Source: 1) ADEPA 2) FENCA 3) PROMASOR 4) ANAPO 5) OTAI

**TABLA 7.2.3 PRODUCCION DE GANADO EN SANTA CRUZ**  
(Número de Cabezas Faenadas)

	1989	1990	1991	1992	1993	Study Area
<b>Bovine</b>						
head	144,993	130,631	136,610	139,583	146,444	
t	20,780	33,670	35,640	24,357	26,489	
<b>Pork</b>						
head	35,299	29,612	33,841	36,850	39,039	31,231
t	2,093	1,857	2,126	2,294	2,495	1,996 1)
<b>Chicken</b>						
head	5,054,000	7,153,582	7,889,393	6,717,915	12,528,391	642,950
t	5,750	7,154	7,889	11,386	22,551	2)
<b>Chickin (Egg)</b>						
	535,500	731,000	1,170,875	1,095,140	1,027,981	516,850
t	1,071	1,462	2,342	2,190	2,056	2)
1,000 und	153,950	268,734	360,258	373,510	356,958	
<b>Milk</b>						
Head	55,556	62,659	66,484	66,680	67,324	
1,000 l	78,041	83,232	90,469	93,844	102,669	49,500 3)

Source: CAO 1) ADEPOR 2) ADA 3) ADEPLE

**TABLA 7.2.4 NUMERO DE CABEZAS DE GANADO EN SANTA CRUZ**  
**Y EL AREA DE ESTUDIO**

					(Unt:Head)	
Santa Cruz						Study 1)
1989	1990	1991	1992	1993		Area
1,344,267	1,353,072	1,369,986	1,408,960	1,365,801		400,000

Source : Bolivia Anuario Estadístico del Sector Rural 1994  
1) FEGASACRUS

**TABLA 7.3.1 VALOR DE LAS EXPORTACIONES DE LOS PRODUCTOS AGRICOLAS PRINCIPALES**

	(Unit : 1,000 US\$)									
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sugar	6,649	1,765	4,853	8,565	6,292	19,287	31,710	30,807	25,261	18,485
%	0.9	0.3	0.8	1.5	1.1	2.4	3.4	3.6	3.5	2.5
Cotton	0	0	0	0	0	0	0	13,061	6,533	10,330
%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.9	1.4
Soybean	1,527	5,309	18,741	19,204	20,233	54,280	48,168	69,324	51,504	68,916
%	0.2	0.8	2.9	3.4	3.4	6.6	5.2	8.2	7.2	9.1
Share %	1.1	1.1	3.7	4.9	4.4	9.0	8.6	13.3	11.7	13.0

Source : Bolivia Anuario Estadístico del Sector Rural

**TABLA 7.3.2 VOLUMEN DE LAS EXPORTACIONES DE LOS PRODUCTOS AGRICOLAS PRINCIPALES**

	(Unit : 1,000 T)									
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sugar	19.0	6.0	17.5	35.1	22.3	42.5	75.5	80.4	72.6	38.7
Cotton	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	6.9	6.3
Soybean	12.5	29.3	79.1	84.3	72.2	201.1	184.0	277.9	218.7	260.6

Source : Bolivia Anuario Estadístico del Sector Rural

**TABLA 7.3.3 VALOR DE LAS IMPORTACIONES DE PRODUCTOS AGRICOLAS PRINCIPALES**

	(Unit : 1,000 US\$)				
	1988	1989	1990	1991	1992
Cereals	20,775	26,568	23,706	32,170	39,642
Flours	13,562	33,701	25,765	27,358	39,311
Edible oil	4,532	7,961	3,750	3,920	8,266
Milk, egg	4,991	11,775	4,341	9,650	9,318
Tabaco	3,147	3,375	2,709	4,032	2,245
Sub-Total	47,006	83,380	60,270	77,129	98,781
Share* (%)	8.0	13.4	8.6	7.8	8.0

\*: Sub-Total / Total Value X 100

Source : Bolivia Anuario Estadístico del Sector Rural 1994

**TABLA 7.3.4 VOLUMEN DE LAS IMPORTACIONES DE PRODUCTOS AGRICOLAS PRINCIPALES**

	(Unit : 1,000 Ton)				
	1988	1989	1990	1991	1992
Cereals	134.8	153.2	99.3	178.4	254.4
Flours	63.1	118.9	63.6	76.4	131.0
Edible oil	6.6	7.7	3.8	3.7	10.2
Milk, egg	5.0	9.4	3.7	6.5	9.6
Tabaco	1.1	0.8	0.5	1.3	0.5

Source : Bolivia Anuario Estadístico del Sector Rural 1994

**TABLA 7.4.1 POTENCIALIDAD DE LA TIERRA**

Class		(Unit : Km2)					Total
		Andres Ibanez	Warnes	Sara	Ichilo	Obispo Santistevan	
II - III		409	1,392	740	1,003	887	4,431
	%	66	64	63	65	53	62
IV		75	177	161	84	0	498
	%	12	8	14	5	0	7
V		65	435	157	129	86	872
	%	11	20	13	8	5	12
VI - VII		66	156	121	326	156	824
	%	11	7	10	21	9	12
VIII		0	0	3	8	0	12
	%	0	0	0	1	0	0
Unknown		0	0	0	0	530	530
	%	0	0	0	0	32	7
Total		615	2,161	1,182	1,550	1,659	7,167
	%	100	100	100	100	100	100

Source : CORDECruz

**TABLA 7.4.2 USO DE LA TIERRA EXISTENTE EN 1995**  
(Unit:Km2)

	Andre Ibanez	Warnes	Sara	Ichiro	Obispo Santistevan	Total
Upland field	152	867	219	490	110	1,839
	22	37	17	30	8	25
Sugar cane	55	487	12	0	567	1,122
	8	21	1	0	40	15
Pasture	266	481	289	352	287	1,675
	38	21	23	22	20	23
Primary Forest	39	236	466	426	338	1,505
	6	10	36	26	24	21
Secondary Forest	131	261	279	327	75	1,073
	19	11	22	20	5	15
Swamp Forest	0	2	0	4	0	6
	0	0	0	0	0	0
Idle Land	0	0	1	0	7	9
	0	0	0	0	1	0
Urban	53	6	9	4	12	84
	8	0	1	0	1	1
River / Lake	0	1	7	6	14	29
	0	0	1	0	1	0
<b>Total</b>	<b>697</b>	<b>2,341</b>	<b>1,283</b>	<b>1,610</b>	<b>1,411</b>	<b>7,341</b>
	100	100	100	100	100	100

**TABLA 7.4.3 RESUMEN DEL USO DE LA TIERRA EN 1995, 1993 Y 1984**

Land use	Andres Ibanez	Warnes	Sara	Ichilo	Obispo Santistevan	Total
1995 (%)						
Agriculture	30	58	18	30	48	40
Pasture	38	21	23	22	20	23
Forest	6	10	36	27	24	21
Secondary Forest	19	11	22	20	5	15
Idle	0	0	0	0	1	0
Other	8	0	1	1	2	2
1993 (%)						
Agriculture	71	79	26	27	55	54
Forest	29	21	74	73	14	38
Other	0	0	0	0	32	8
1984 (%)						
Agriculture	34	36	15	20	23	25
Pasture	20	38	45	18	38	32
Forest	38	20	21	33	14	23
Idle land	6	4	17	29	23	15
Other	2	2	2	1	1	2

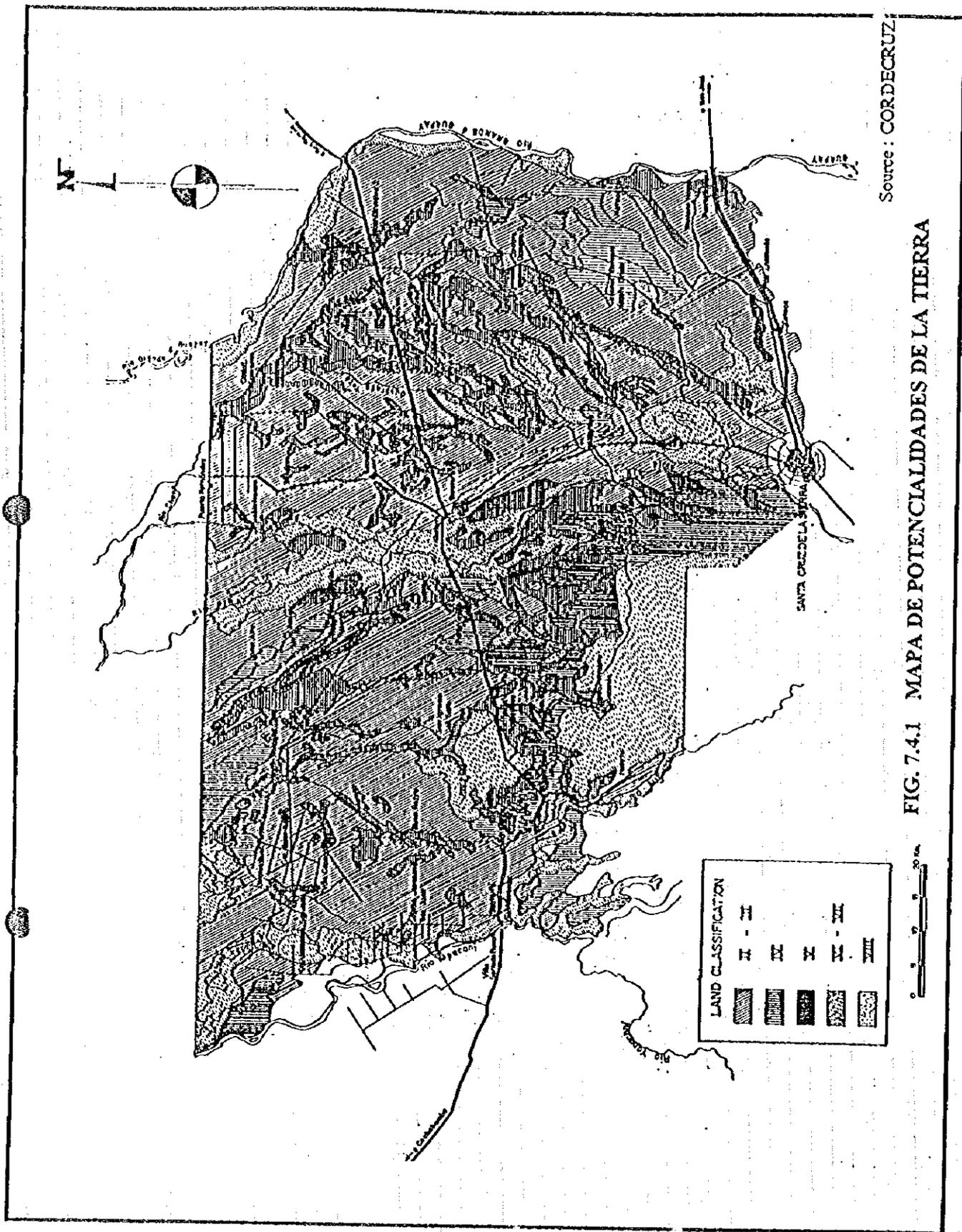
TABLA 7.7.1 RESUMEN DEL PLAN DE USO DE LA TIERRA

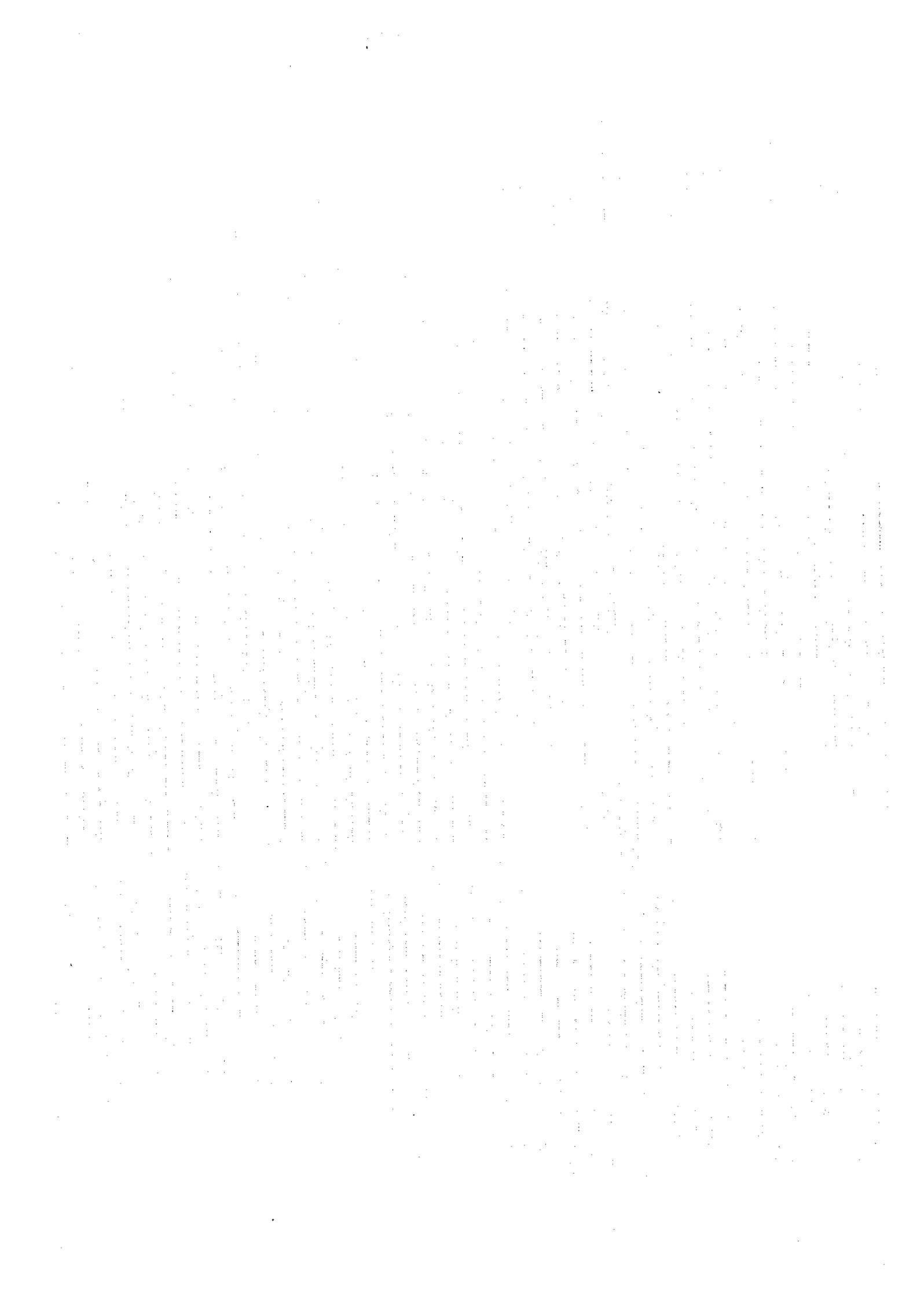
Zone	Name	Main production	Natural conditions	Type of inundation	Problem of agriculture	Countermeasure for inundation	Alleviation effect for inundation**	Countermeasure for agriculture	Target of agriculture development
1	Low precipitation area (Cotoca)	cattle, cotton, sugar cane, Soybean	soil consisting of sand and silt, Low precipitation (1,300mm)	Uncommon (D)	- Disparity of farm income by size, - Drought	-	-	Introduction of high productive crop for small scale farmer	High productive area
2	Intensive upland crop area (Okinawa)	soybean, rice, maize, wheat, cattle	Fertile alluvial soil, Low precipitation (1,300mm)	Flood and drainage (B,C)	- Degradation of soil fertility	- Protection of overflow - Drainage improvement	A, B	Introduction of appropriate crop rotation and diversification	Diversified crop production area
3	Sugar cane production area (Montero)	sugar cane, cattle	Fertile alluvial soil, Medium precipitation (1,300-1,800mm)	Flood and drainage (B,C)	- Decreasing productivity by continuous cropping	- River improvement - Drainage improvement	A, B	Introduction of appropriate crop rotation, diversification	Diversified crop production area
4	Local colony -1 (Minero)	Sugar cane, rice	Fertile alluvial soil, Medium precipitation (1,300-1,800mm)	Flood (A)	- Severe flood damage	- River improvement	C	Introduction of water tolerant variety or crop	Stable production area
5	New developed upland crop area (Chane)	soybean, sugar cane, rice	Fertile alluvial soil, Medium precipitation (1,300-1,800mm)	Flood (A)	- Severe flood damage	- Protection of overflow	C, D	Introduction of water tolerant variety or crop	Stable and high productivity area
6	Intensive diversified agricultural area (San Juan)	rice, egg soybean, cattle, fruits	Poor drainage soil, High precipitation (more than 1,800mm)	Drainage (B)	- Poor drainage of soil	- Drainage improvement	A	Expansion of perennial crop	Intensive mixed farming area
7	Local colony-2 (Anto Fagasta)	soybean, rice, cattle	Poor drainage, High precipitation (more than 1,800mm)	Drainage (B)	- Poor drainage - Damage of rat	- Drainage improvement	B	Introduction of high productive crop	Stable production area
8	Grazing area (Chane)	cattle, soybean	Low fertile soil, Medium precipitation (1,300-1,800mm)	Uncommon (D)	- Low fertility	-	-	Introduction of high productive pasture	Intensive cattle raising area
9	Forest area (Sara)	timber, cattle	Low fertile soil, High precipitation (more than 1,800mm)	Partially flood (B,C,D)	- Decreasing of useful timber	- Local drainage improvement	D	Reforestation of useful tree	High productive forest area

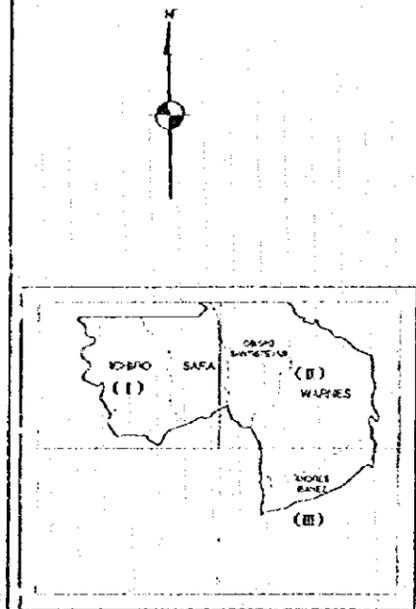
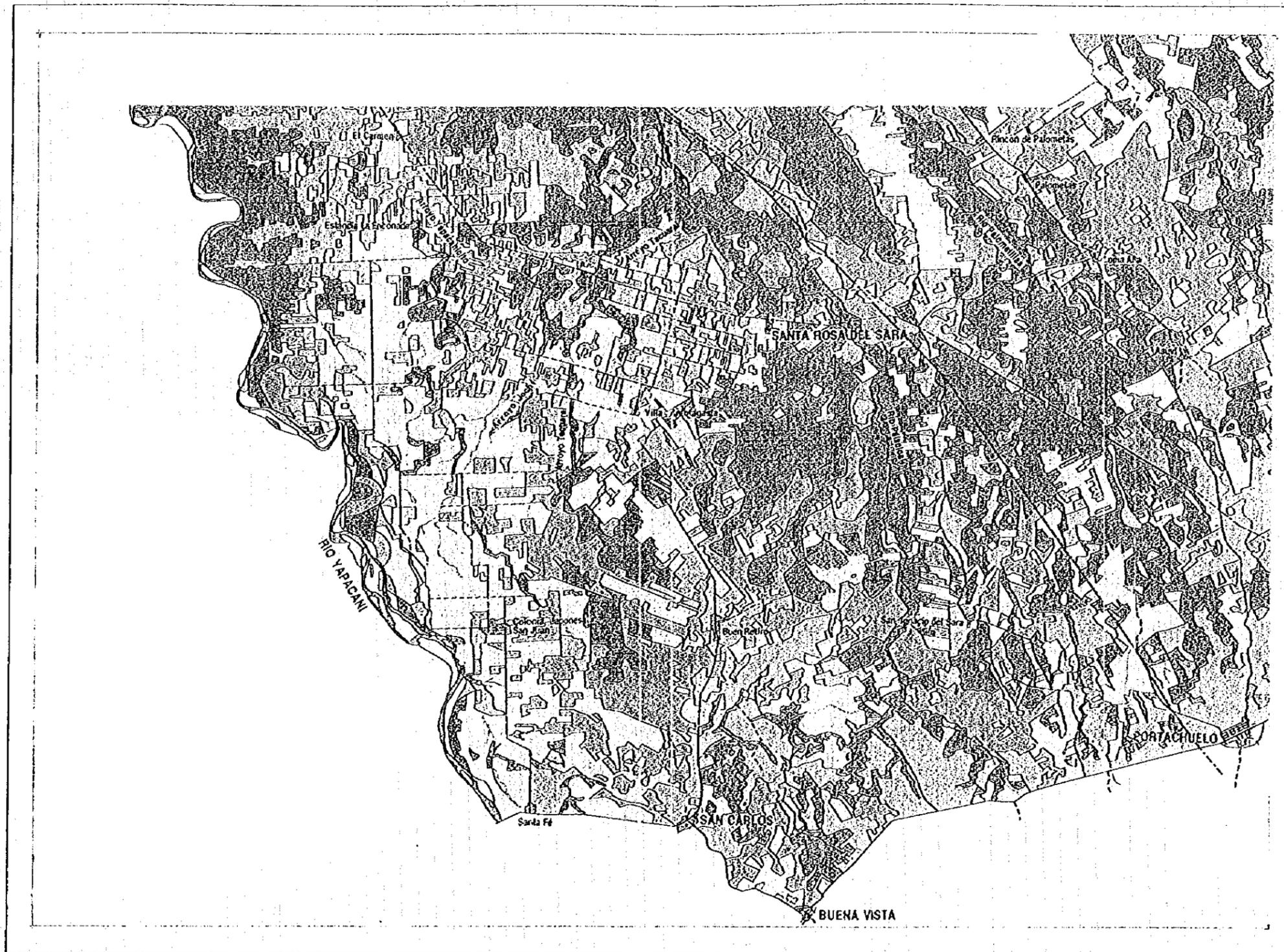
\* :Severity of inundation=A>B>C>D

\*\*\*:Alleviation effects for inundation=A>B>C>D

**FIGURAS**





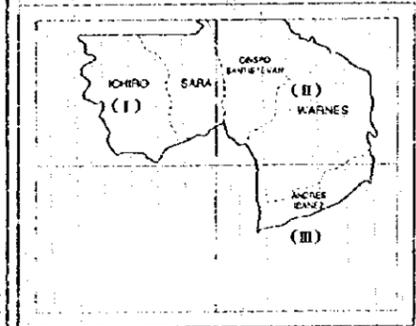
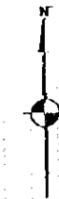
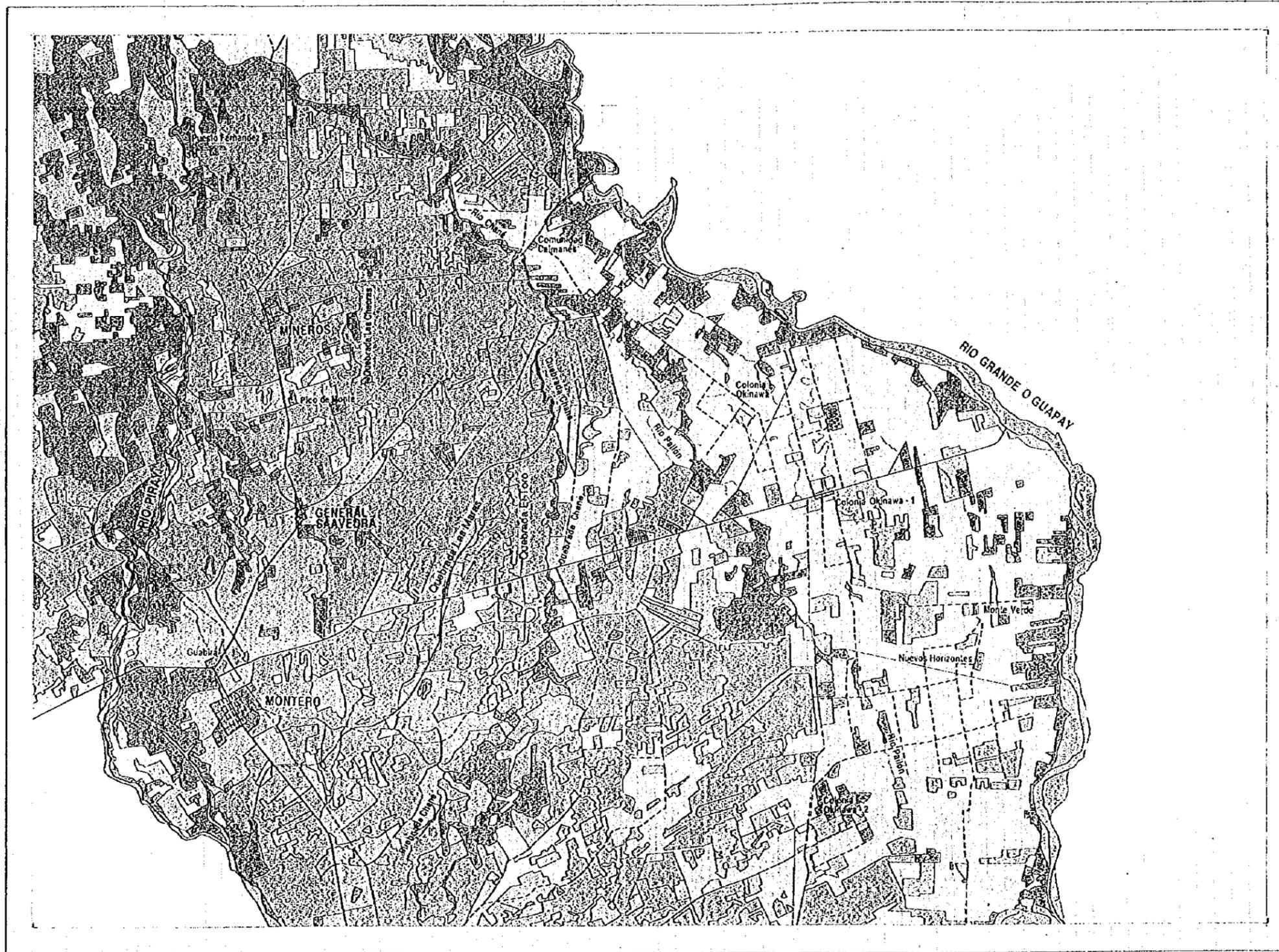


Legend	Legenda	
[Symbol]	Open Field	Area de Cultivos
[Symbol]	Separated Field	Area de Cultivos de Caba
[Symbol]	Grazing Land	Area de Pastoreo
[Symbol]	Primary Forest	Reserva Primaria
[Symbol]	Secondary Forest	Reserva Secundaria
[Symbol]	Swamp Forest	Marisma
[Symbol]	Idle Land	Tierra Ransbrada
[Symbol]	Urban Area	Area Urbana
[Symbol]	Water and River	Lago y Rio
[Symbol]	Boundary of Province	Límite Provincial
[Symbol]	Primary Road	Carrilero Primario
[Symbol]	Secondary Road	Carrilero Secundario
[Symbol]	Rail Way	Línea Férrea
[Symbol]	Pipe Line	Tubería

Made in 1995 Preparado en 1995

Escala 1:50,000

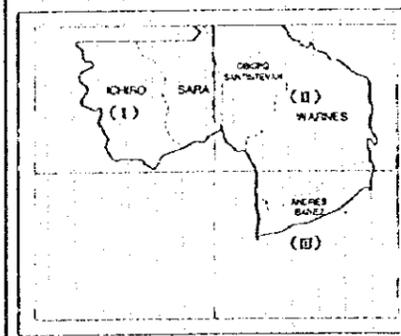
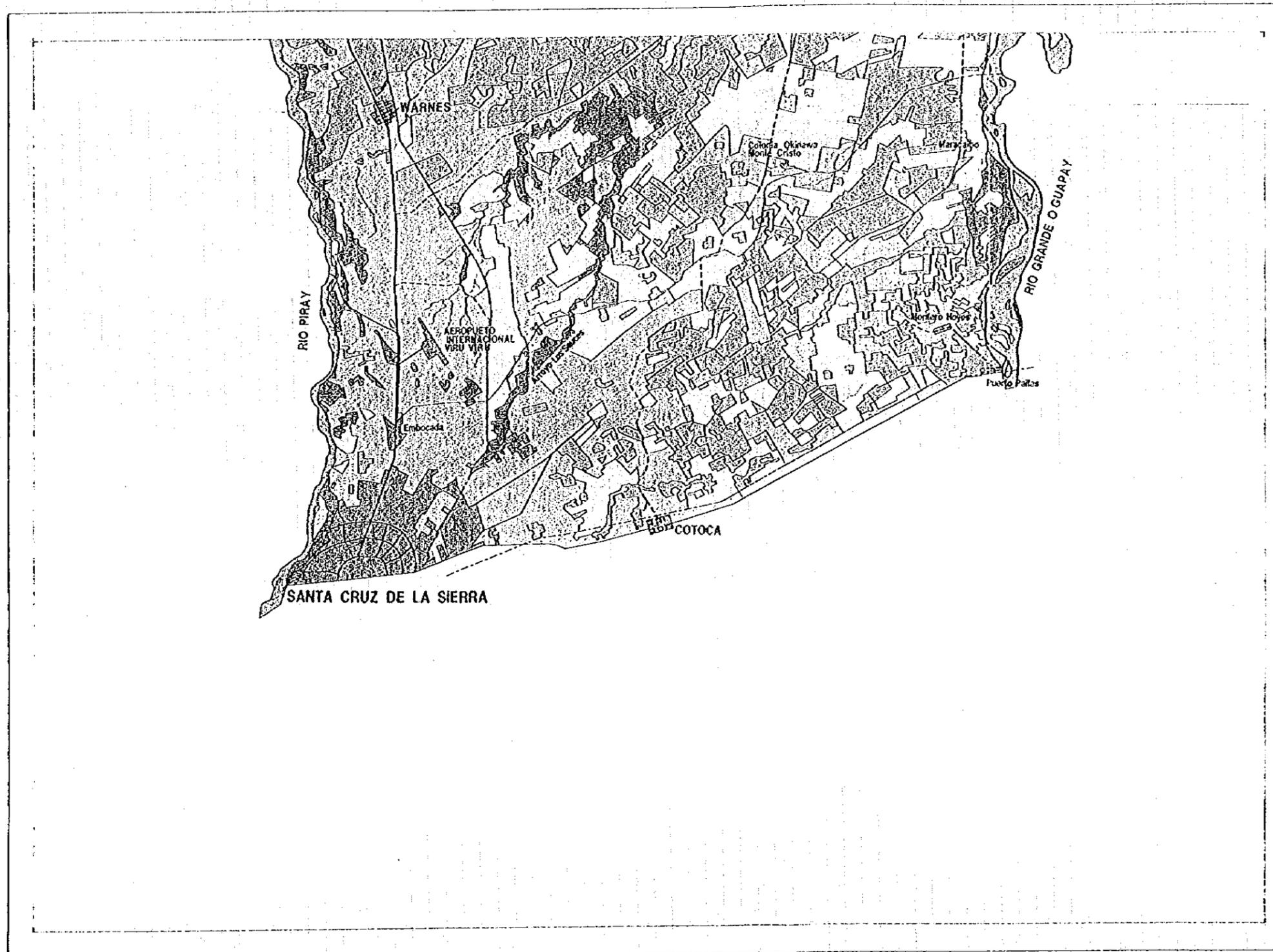
FIG. 7.4.2 MAPA DE USO DE LA TIERRA - (I)



Legend	Legende
	Area de Cultivos
	Area de Cultivos de Caba de Agua
	Area de Pastoreo
	Reserva Primaria
	Reserva Secundaria
	Marisma
	Tierra Abandonada
	Acas Densas
	Lagos y Rios
	Límite Provincial
	Carretera Pavimentada
	Carretera sin Pavimentar
	Línea Férrea
	Tabla

Made in 1995    Preparado en 1995

FIG. 7.4.2 MAPA DE USO DE LA TIERRA - (II)



Legend	Legenda
	Area de Cultivos
	Area de Cultivos de Cana de Azúcar
	Area de Pastoreo
	Bosque Primario
	Bosque Secundario
	Marizal
	Terra Abandonada
	Area Urbana
	Caña y Arroz
	Límite Provincial
	Camino Pavedizado
	Camino de Pavimentación
	Línea Férrea
	Tubería

Made in 1995    Preparado en 1995

Map scale: 1:50,000

FIG. 7.4.2 MAPA DE USO DE LA TIERRA - (III)

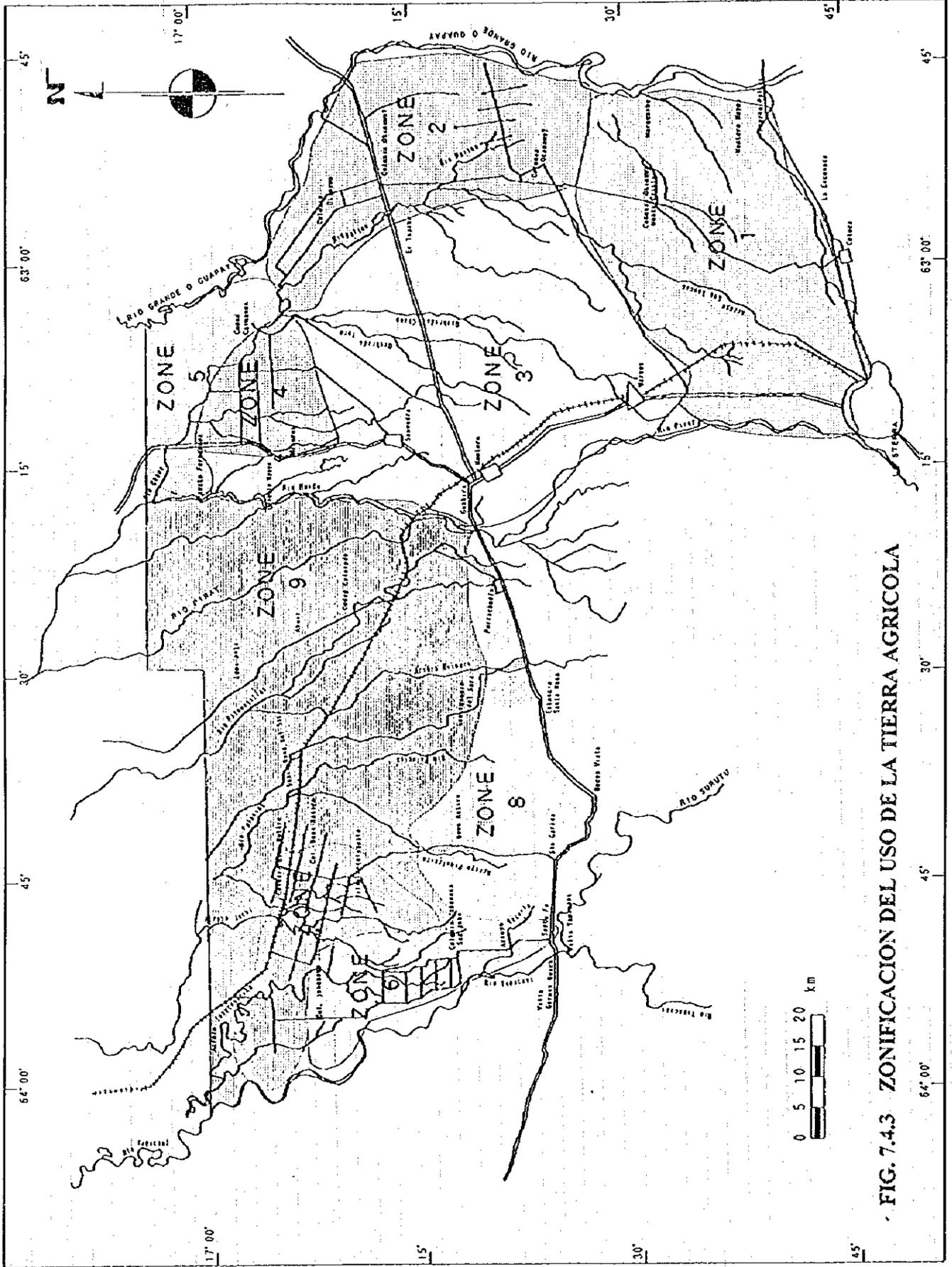


FIG. 7.4.3 ZONIFICACION DEL USO DE LA TIERRA AGRICOLA

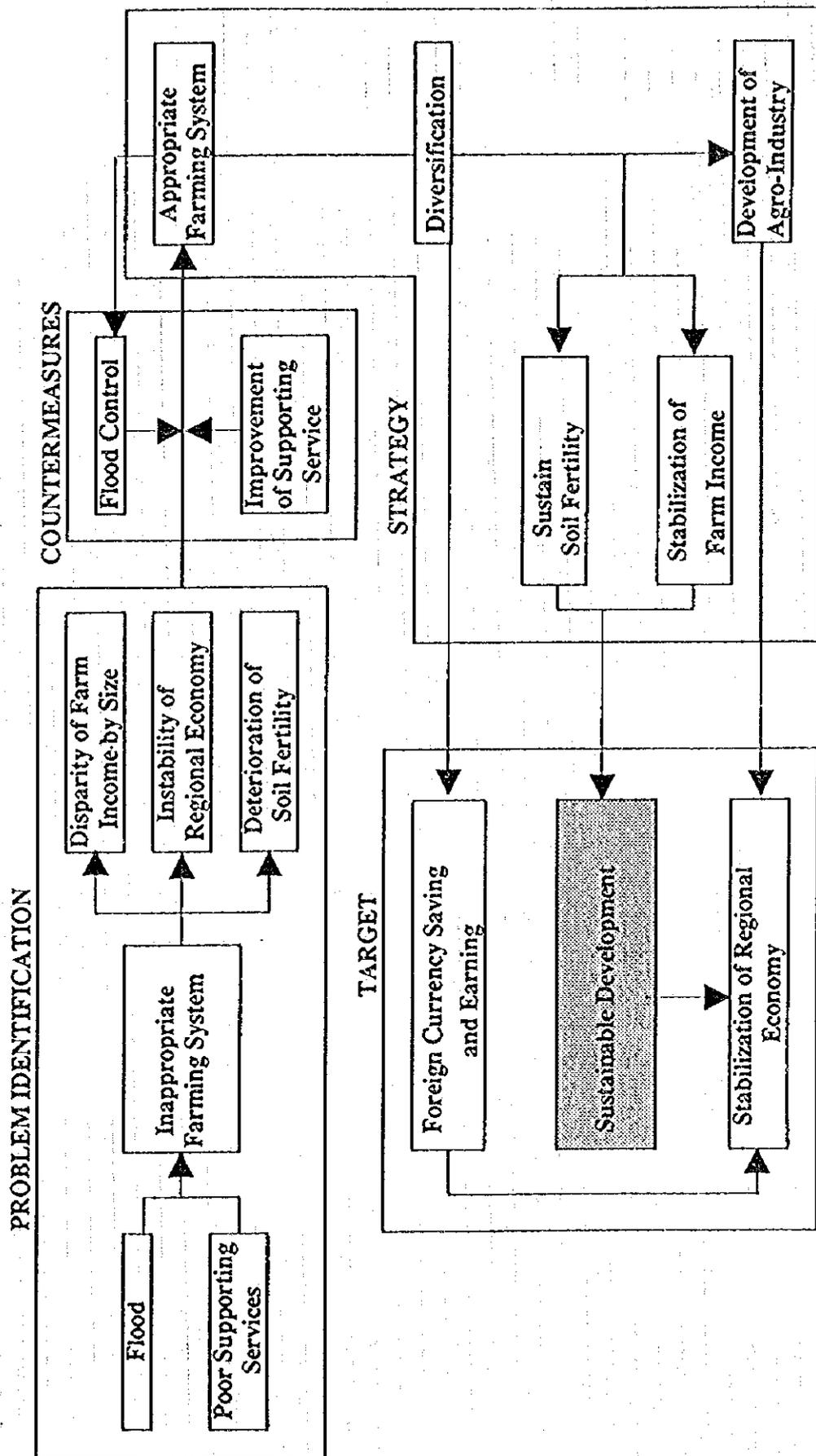


FIG. 7.6.1 CONCEPTE DE DESARROLLO AGRICOLA BASICO

**CAPITULO 8**

**PLAN DE MITIGACION DE INUNDACIONES**

## CAPITULO 8 PLAN DE MITIGACION DE INUNDACIONES

### 8.1 General

Las medidas de mitigación de inundaciones y de mejoramiento de drenaje están generalmente compuestas de dos medidas básicas, es decir, medidas estructurales y medidas no estructurales. En general, las medidas estructurales son aplicadas para el área que tiene problemas de inundaciones y de drenajes severos, las medidas no estructurales son aplicadas al área donde los problemas no son tan significativos.

De acuerdo con la encuesta de daños por inundaciones, el área de riesgo de inundaciones registradas en 1992 cubre 4,857 km<sup>2</sup>, 70% del área del estudio. Para la mitigación de estos problemas, se estudiaron y planearon las medidas óptimas de mitigación para el área del estudio basadas en las condiciones existentes tales como áreas de riesgo de inundaciones, daños por inundaciones, uso de la tierra, hidrología, características del río e infraestructura además de los planes existentes de mitigación de inundaciones.

### 8.2 Medidas de Mitigación de Inundaciones y de Mejoramiento de Drenajes

#### (1) Medidas de mitigación de inundaciones

Las posibles medidas estructurales para mitigación de problemas de inundaciones incluyen trabajos de mejoramiento del río, terraplenado de flujo, embalse o cuencas de retardo, baypass de flujo y terraplenado de caminos.

Las medidas no estructurales consisten de medidas tales como impermeabilización contra crecidas de edificios, reducción de la salida de flujo a través del manejo del uso de la tierra, evacuación por aviso de crecidas y manejo del plan de crecidas.

#### (2) Medidas de mejoramiento de drenaje

Las posibles medidas estructurales para el mejoramiento de condiciones de pobre drenaje están compuestas por medidas tales como sistema de drenaje, mejoramiento de las instalaciones de drenaje, y el desarrollo de redes de drenaje. Las medidas no estructurales consisten en el manejo del uso de la tierra y manejo del habito de plantación en el área de pobre drenaje.

## 8.2.1 Area de Mitigación de Inundaciones y de Mejoramiento del Drenaje

### (1) Areas estructurales y áreas no estructurales

De acuerdo con la encuesta de daños por inundaciones, el área de riesgo de inundaciones en el área del estudio fue dividida de acuerdo a las causas de las inundaciones en las siguientes cuatro categorías:

<u>Categoría</u>	<u>Causa de la inundación</u>
-1:	Inundación por el Rfo Piray, Rfo Grande o Rfo Yapacani,
-2:	Inundación por la salida de la propia cuenca con efecto de remanso del Rfo Piray,
-3:	Inundación por la salida de su propia cuenca con entrada de agua desde el Rfo Piray,
-4:	Inundación por la salida de su propia cuenca.

El área de riesgo de inundaciones está principalmente compuesta de tierras agrícolas, de pastoreo y bosques. Considerando el uso actual de la tierra, las medidas absolutas de mitigación de inundaciones y de mejoramientos del drenaje probablemente no son viables en términos económicos, sociales y ambientales. Con el objeto de perseguir un uso razonable del área de riesgo de inundaciones, las áreas existentes de bosque pantanoso y las áreas bajas que se suponen tienen un efecto natural retardador, fueron consideradas áreas de retardo en el plan básico. Las áreas de riesgo de inundaciones han sido estudiadas junto con las áreas objeto; las medidas estructurales y no estructurales fueron identificadas en base a las categorías de inundaciones, profundidad y duración de la inundación, como también las condiciones del uso de la tierra.

El área de riesgo de inundaciones ha sido dividida en las siguientes áreas objeto:

#### 1) Area norte de la parte este (Area Chané-Pailón)

A la parte este del área del estudio, corriente abajo de la Ruta Nacional No.9, pertenecen la categoría-2 y -3. Estas áreas son tierras agrícolas de uso intensivo para el cultivo de soya y caña de azúcar. Estas áreas son afectadas por inundaciones anuales y sufrieron severos daños durante las inundaciones de 1992. Para este área serán necesarias medidas estructurales con medidas no estructurales para la mitigación de inundaciones y mejoramiento del drenaje.

## 2) Area sur de la parte este

Las áreas corriente arriba desde la Ruta Nacional No.9 de la parte este pertenecen a la categoría -3 y -4. Estas áreas también son tierras agrícolas de uso intensivo para soya y caña de azúcar. Los daños por inundaciones de estas áreas no son tan severos comparados con el área norte, ya que la profundidad y duración de las inundaciones son menores que en el área norte. Se aplicarán medidas no estructurales a estas áreas.

## 3) Parte central (Río Piray)

La parte central del área del estudio pertenece a la categoría-1. Es necesario mejorar las condiciones de flujo de esta parte para el futuro plan de mitigación de inundaciones del Río Piray.

## 4) San Juan y Antofagasta de la parte oeste (San Juan-Antofagasta)

Estas áreas pertenecen a las categoría-3 y -4. Colonia San Juan de Yapacani es un área agrícola de uso intensivo diversificado de arroz, huevos y soya. El área de Antofagasta tiene potencial agrícola y es importante como colonia local. Ya que estas áreas sufren severos daños por inundaciones, serán necesarias medidas estructurales y no estructurales.

## 5) Area este de la parte oeste (Palacios-Palometillas)

El área este de la parte oeste pertenece a la categoría-4. Ya que la tierra no es usada intensivamente y los daños por inundaciones no son tan severos, a esta área se le aplicarán medidas no estructurales.

La *Fig 8.2.1* muestra las áreas estructurales y no estructurales para la mitigación de inundaciones y mejoramiento de drenaje en el área del estudio.

### 8.2.2 División de las Areas de Medidas Estructurales

Las áreas objeto de medidas estructurales son divididas por cuenca de río o de drenaje en siete áreas como se muestra en la *Fig.8.2.2* y *Fig.8.2.3*. Estas son llamadas como sigue:

1) Area Río Chané-Pailón

- a) Río Chané
- b) Río Pailón
- c) Quebrada Chané
- d) Chané-Chacras
- e) Drenaje Okinawa

2) Area San Juan-Antofagasta

- a) San Juan
- b) Antofagasta

### 8.2.3 Criterio de Diseño

(1) Escala de diseño

Las escalas de diseño de las medidas de mitigación de inundaciones y de mejoramiento de los drenajes fueron decididas en base a los resultados de la evaluación de los efectos beneficiosos en términos técnicos, económicos, y sociales.

Las relaciones entre las escalas de diseño y el efecto esperado (área promedio protegida anualmente/volumen de excavación requerido para el mejoramiento del río) fueron estudiados para el Area Chané-Pailón y el Area San Juan-Antofagasta (vea la *Fig.8.4.2*). Los trabajos de mejoramiento del río fueron planeados para pasar todas las descargas de salida probables de las escalas de diseño correspondientes sin sobreflujo (*Tabla 8.2.1*). El área promedio protegida anualmente es el promedio estadístico de las áreas dentro de la escala de diseño que será protegida por el mejoramiento del río. El área promedio protegida anualmente corresponde al resultado de la mitigación de inundaciones y el mejoramiento del drenaje (*Tabla 8.2.2*). El volumen de excavación requerido corresponde a la energía necesaria o costo para la mitigación de inundaciones y mejoramiento del drenaje (vea la *Tabla 8.2.3*)

Los resultados del análisis son los siguientes;

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

La escala de diseño para medidas de mitigación de inundaciones y de mejoramiento de drenaje se planean como sigue:

- 1) La escala de diseño de la infraestructura para la mitigación de inundaciones se decidió que será de 10 años de frecuencia.
- 2) La escala de diseño de la infraestructura para el mejoramiento del drenaje se decidió en salidas de tormenta de 5 años.

## (2) Profundidad de inundación permisible

Para diseñar las instalaciones de mitigación de inundaciones y de mejoramiento del drenaje, se considera una profundidad de inundación permisible de 30cm basado en el estudio de daños por inundaciones a los cultivos.

## (3) Diseño de la sección transversal del río

Con el objeto de utilizar el efecto natural retardador del plano de inundación dentro de la profundidad de inundación permisible, se establecieron las secciones transversales mejoradas del río como canales de excavación simple. La sección transversal compuesta, que está formada por canal de agua baja y canal de agua alta con terraplenes de flujo, no fue aplicada para el mejoramiento del río con el objeto de evitar problemas de drenaje.

## 8.3 Planificación de la Infraestructura

### 8.3.1 Chané-Pailón

Las Fig. 8.3.1 y la Fig. 8.3.2 muestran los conceptos de la Alternativa I y II de los planes para la infraestructura para Chané-Pailón respectivamente.

### 1) Alternativa I

Las medidas de mitigación de inundaciones y de mejoramiento del drenaje se planearon para el área objeto, incluida el Area del Río Chané que está bajo el efecto de remanso del Río Piray. El área objeto será protegida de inundaciones por el mejoramiento del río y del drenaje. Cinco áreas pantanosas en las cuencas corriente arriba desde la Ruta Nacional No.9 se proponen como cuencas de retardo natural.

Los tramos extremos corriente abajo del Río Chané, entre la unión con el Río Piray y el puente del camino corriente abajo cerca del Puesto Fernandez (longitud 8,0km) pertenecen al área de riesgo de inundaciones del curso principal del Río Piray. Es necesario el mejoramiento del río en los tramos corriente abajo que deberán ejecutarse en combinación con la mitigación de inundaciones del Río Piray. Los mejoramientos necesarios de estos tramos se muestran en este estudio, pero los costos de construcción y beneficios de los mismos no se incluyen en la evaluación económica.

### 2) Alternativa II

Las medidas de mitigación de inundaciones y mejoramiento de drenajes están planeadas para el área objeto, pero sin las medidas estructurales para el área del efecto de remanso del Río Piray.

#### (2) Plan de mejoramiento del río

##### 1) Alternativa I

Los mejoramientos del río están planeados para los siguientes ríos ( refiérase a la Fig.8.3.3 y Tabla 8.3.1)

<u>Tramo de mejoramiento del río</u>	<u>Longitud</u>
a) Río Chané (Unión del Río Piray a la unión del Río Pailón)	35,00 km
-Unión del Río Piray al puente del camino corriente abajo:	8,00 km
-Puente del camino corriente abajo a la unión del Río Pailón:	27,00 km
b) Río Pailón (Unión del Río Chané a la unión A. Los Sauces):	32,00 km
c) Quebrada Chané (Unión del Río Chané a la Ruta No.9):	18,00 km
d) Quebrada Toro (Unión Qda.Chané a la Ruta No.9):	16,00 km
e) Qda. Las Chacras (Unión Río Chané a la Ruta No.9):	36,50 km

La *Fig. 8.3.4* muestra la descarga de diseño de inundaciones de 10 años. La *Tabla 8.3.2* muestra el tamaño requerido de las secciones transversales mejoradas del río. La *Fig. 8.3.9* muestra el perfil longitudinal del mejoramiento del río.

## 2) Alternativa II

Las medidas estructurales para el Río Chané no están incluidas en la Alternativa II. Los mejoramientos de ríos de los otros cuatro ríos son los mismos que en la Alternativa I.

### (2) Mejoramiento del drenaje

El mejoramiento del drenaje está compuesto por el mejoramiento y la construcción de nuevas alcantarillas maestras y drenajes secundarios (vea la *Fig. 8.3.3* y *Tabla 8.3.1*). Los costos de construcción de la Alternativa I y Alternativa II son los mismos.

<u>Mejoramiento del drenaje</u>	<u>Longitud/Area</u>
a) Colector principal:	36,00 km
b) Colector principal Okinawa:	21,00 km
c) Drenaje secundario:	481,00 km <sup>2</sup>

Los detalles se describen en el Informe de Soporte G.

### 8.3.2 San Juan-Antofagasta

La *Fig. 8.3.5* y la *Fig. 8.3.6* muestran Alternativa I y II en lo que respecta a la planificación de la infraestructura para San Juan-Antofagasta respectivamente.

#### 1) Alternativa I

Se planean medidas de mitigación de inundaciones y de mejoramiento del drenaje para el área objeto. La infraestructura existente de drenaje en la Colonia San Juan de Yapacani será rehabilitada.

#### 2) Alternativa II

Se planean medidas de mitigación de inundaciones y de mejoramiento del drenaje para el área objeto, incluyendo los trabajos de mejoramiento de las instalaciones de drenaje existentes

(2) Plan de mejoramiento del río

1) Alternativa I

Los mejoramientos del río son planeados para los siguientes ríos (refiérase a la Fig.8.3.7 y Tabla 8.3.1):

<u>Tramo de mejoramiento del río</u>	<u>Longitud</u>
a) A.Yapacanicito (del puente aguas abajo al drenaje exist.):	14,10 km
b) Arroyo Jochi (del pantano aguas abajo al curso medio):	12,60 km
c) Arroyo Tacuaral (pantano aguas abajo a curso medio):	7,70 km

La Fig. 8.3.8 muestra la descarga de diseño de inundación de 10 años. La Fig. 8.3.9 muestra el perfil longitudinal del mejoramiento del río.

2) Alternativa II

Los tramos de mejoramiento del río son los mismos que para la Alternativa I. La Fig. 8.3.10 muestra la descarga de diseño de la Alternativa II.

(2) Mejoramiento del drenaje

Los mejoramientos del drenaje de la Alternativa I son los siguientes:

<u>Mejoras del drenaje</u>	<u>Longitud/Area</u>
a) Drenaje principal:	51,30 km
- Rehabilitación del colector principal San Juan:	34,20 km
- Mejora del Arroyo Tejeria:	7,10 km
- Drenaje principal de Antofagasta:	10,00 km
b) Drenaje secundario:	212,00 km <sup>2</sup>

2) Alternativa II

Las mejoras del drenaje de la Alternativa I son como sigue:

<u>Mejoras del drenaje</u>	<u>Longitud/Área</u>
a) Drenaje principal:	51,30 km
- Rectificación del colector principal San Juan:	34,20 km
- Mejora del Arroyo Tejeria:	7,10 km
- Drenaje principal de Antofagasta:	10,00 km
b) Drenaje secundario:	212,00 km <sup>2</sup>

Los detalles se describen en el Capítulo 9 y en el Informe de Soporte G.

### (3) Terraplenado del camino

Se planea el terraplenado del camino entre la Cuenca del Arroyo Yapacanicito y la Cuenca del Arroyo Jochi para la Alternativa I y la Alternativa II. El propósito del terraplenado del camino es separar las aguas de estas dos cuencas, como así también, reforzar la ruta de evacuación y transporte durante las inundaciones. La longitud del terraplenado del camino es de 9,0km

## 8.4 Medidas No Estructurales

A continuación se presentan las medidas no estructurales para la mitigación de inundaciones, así como también, para la mejora del drenaje, propuestas para el área de estudio.

### a. Medidas No Estructurales para la Mitigación de Inundaciones

- 1 Sistema de advertencia y evacuación debido a inundaciones.
- 2 Protección contra inundaciones de los asentamientos ubicados en las zonas de peligro de inundación.
- 3 Control del uso de tierras de las cuencas de retardamiento.
- 4 Preservación de bosques protegidos a lo largo de los cauces de los ríos.
- 5 Administración del uso de las tierras de cultivo en las zonas de peligro de inundación.

### b. Medidas para la Mejora del Drenaje

- 1 Administración del uso de tierras en las áreas de drenaje deficiente.
- 2 Introducción de variedades de cultivos resistentes al agua en las áreas de drenaje deficiente.

(1) Parte Oriental

1) Area Sur

El área Sur de la parte oriental está compuesta principalmente por los tramos superiores de los ríos Pailón, Quebrada Chané y Arroyo Los Sauces. En esta área se proponen cinco cuencas de retardamiento como parte de las medidas estructurales.

Las medidas no estructurales requeridas para esta área son las siguientes:

a) Conservación de las cuencas de retardamiento propuestas

A fin de utilizar y mantener el efecto retardador de las áreas naturales pantanosas, es necesaria la conservación de las cinco cuencas de retardamiento propuestas que cubren un área total de 141.5 Km<sup>2</sup>.

Se requieren preparar y aplicar regulaciones apropiadas con bases legales prohibiendo cualquier reclamo de tierras que puedan reducir el efecto de retardamiento de las cinco áreas pantanosas arriba mencionadas. Si alguna actividad de desarrollo fuese necesaria, entonces se requerirá mantener la existente capacidad de retardamiento considerando el uso multipropósito de dichas cuencas.

b) Administración del uso de tierras para reducir la escorrentía

Con la finalidad de controlar la escorrentía debida a precipitaciones pluviales y las riadas mediante el efecto de retardamiento natural es deseable mantener, tanto como sea posible, las zonas con bosques y plantas así como también las zonas onduladas. Para este propósito es necesaria la administración del uso de las tierras. Más aun, se deberán preparar las pautas necesarias para la preservación del área agrícola existente contra la excesiva expansión y desarrollo futuros de las áreas urbanizadas tales como la Ciudad de Santa Cruz.

c) Administración de las llanuras sujetas a inundaciones incluyendo la mejora del sistema de cultivo mediante la introducción de variedades de cultivos resistentes al agua en las zonas de peligro de inundación.

La administración de las llanuras sujetas a inundaciones es necesaria especialmente para las áreas que enfrentan inundaciones anuales, con la finalidad de reducir los daños de las inundaciones debido al uso inapropiado del suelo y al sistema de cultivo. La administración de las llanuras sujetas a inundaciones incluye actividades

tales como la delimitación de las zonas con peligro potencial de inundación, guía sobre el uso del suelo y mejora del sistema de cultivo, tal como la introducción de variedades de cultivos resistentes al agua.

d) Sistema de advertencia y evacuación por inundación

El refuerzo del sistema de observación meteorológica e hidrológica tal como la medición de la precipitación pluvial y el nivel de agua de los ríos es necesario no sólo para el área Sur sino también para la totalidad del área de estudio. El sistema de advertencia y evacuación por inundación deberá formularse y aplicarse. Este sistema incluye lo siguiente:

- Observación meteorológica e hidrológica que incluye la medición de la precipitación pluvial y el nivel de agua en los ríos.
- Radiodifusión de advertencia de inundaciones.
- Designación de los refugios de evacuación y orientación a las personas evacuadas por inundaciones.

2) Área Norte (Chané-Pailón)

En la zona Chané-Pailón, las condiciones de inundaciones en el área del Río Chané no serán mejoradas ni con las medidas estructurales planeadas. Medidas no estructurales son requeridas para el área incluyendo el área del Río Chané. Las medidas no estructurales necesarias para Chané-Pailón son las siguientes:

- a) Administración de las llanuras sujetas a inundaciones incluyendo mejoras en el sistema de cultivo en las zonas de peligro de inundación especialmente para el Río Chané y en las áreas a lo largo de los ríos en donde las inundaciones continuarían ocurriendo.

Aun con la implementación de las medidas de mitigación de inundaciones y la mejora de los drenajes, persistirían algunas áreas en donde las inundaciones continuarían ocurriendo que son especialmente aquellas que se encuentran localizadas a lo largo de los ríos. Más aun, la condición de las inundaciones en el área del Río Chané no será mayormente mejorada sino se mejora el Río Piray.

Para las áreas arriba mencionadas es necesaria la administración de las llanuras sujetas a inundaciones. Dicha administración incluye la delimitación y declaración de las zonas con peligro potencial de inundaciones, guía sobre el uso del suelo y mejora

del sistema de cultivo tal como la introducción de variedades de cultivos resistentes al agua.

b) Sistema de advertencia y evacuación por inundación.

Como la escala de diseño de las medidas de mitigación corresponde a un período de retorno de diez años de inundaciones, extensas inundaciones podrían ocurrir debido a aquellas mayores a un período de retorno de 10 años. Más aun, las inundaciones continuarían ocurriendo en algunas áreas localizadas a lo largo de ríos así como también en el área del Río Chané incluso inundaciones de un período de 10 años.

Es necesario que se formule y aplique un sistema de advertencia y evacuación por inundación. También deberán ser considerados en el sistema, los caminos de evacuación.

c) Protección contra-inundaciones especialmente para el área del Río Chané

Incluso en áreas como la del Río Chané, en donde habitualmente ocurren inundaciones, existen casas residenciales. Con la finalidad de mitigar los daños a dichas viviendas, es necesario introducir unas pautas de protección contra-inundaciones, tales como la elevación de los cimientos de las casas y los caminos. Así también debe considerarse la reubicación de las viviendas.

(2) Parte Occidental

1) Área Oeste (San Juan-Antofagasta)

Las medidas no estructurales requeridas para esta área son las siguientes:

a) Conservación de las zonas pantanosas en la confluencia del Arroyo Jochi y el arroyo Tacuaral

En la confluencia del Arroyo Jochi y el Arroyo Tacuaral, existe un área pantanosa natural. Las aguas desbordadas de estos ríos entran a esta área pantanosa y desembocan en los tramos de río abajo. El área pantanosa actúa como uno de los límites hidráulicos entre el tramo de río arriba hacia el tramo medio y tramo de río abajo. Aun más, actúa como un estanque regulador para los tramos río abajo.

Para preservar las funciones del área pantanosa, arriba mencionadas, reglamentos y administración apropiados con la necesaria base legal, deberán ser emprendidos. Si

alguna actividad de desarrollo es necesaria en el futuro, se requerirá el mantenimiento de la actual capacidad de retardo y el uso multipropósito del área.

- b) Administración del uso del suelo para reducir las escorrentías provenientes de los tramos superiores

Con la finalidad de controlar la escorrentía debido a precipitaciones pluviales mediante el uso de efectos de retardamiento natural de las áreas con bosques y plantas, es necesario administrar el uso del suelo.

- c) La administración de las llanuras sujetas a inundaciones incluyendo la mejora del sistema de cultivo en las zonas de peligro de inundación especialmente para los tramos río abajo del Arroyo Yapacanicito y las áreas a lo largo de los ríos en donde las inundaciones continuarían ocurriendo.

Aun cuando las medidas de mitigación de inundaciones sean implementadas, algunas inundaciones continuarían ocurriendo en los tramos superiores e inferiores de los Arroyos Yapacanicito, Jochi y Tacuaral. En estas áreas es necesaria la administración de las llanuras sujetas a inundaciones.

- d) Sistema de advertencia y evacuación por inundación.

Aun con la implementación de las medidas de mitigación, algunas inundaciones continuarían ocurriendo incluyendo grandes inundaciones en una vasta área.

Por ello es necesario el sistema de advertencia y evacuación por inundación. Así como también es necesario considerar en el sistema, los caminos de evacuación.

## 2) Area Este (Palacios - Palometillas)

Las medidas no estructurales requeridas para el área Palacios - Palometillas son las siguientes:

- a) Administración de llanuras sujetas a inundaciones para la zona con peligro potencial de inundación

Existen algunas áreas que sufren habituales inundaciones las cuales se hallan a lo largo de los tramos superior e inferior del Río Palacios y del tramo inferior del Río Palometillas. Aunque el uso de la tierra de la parte oriental no es tan intenso, es necesario introducir la administración de las llanuras sujetas a inundaciones

incluyendo la mejora del sistema de cultivo.

b) Administración del uso del suelo

Ya que actualmente ésta es una zona forestal las precipitaciones son retardadas naturalmente. Con la finalidad de retener este efecto natural, es necesaria la administración del uso del suelo incluyendo una guía para la conservación de los bosques. Esto está también en concordancia con el propuesto uso futuro de esta área como zona forestal.

c) Sistema de advertencia y evacuación por inundación

Un sistema de advertencia y evacuación por inundación es necesario para aplicarse en las zonas de peligro potencial de inundaciones.

### 8.5 Items de Estudio para el Futuro

Con el objeto de promover las medidas de mitigación de inundaciones y de mejoramiento del drenaje propuestas por el plan maestro, las acciones requeridas se resumen a continuación:

- 1) Estudio adicional de las dos áreas prioritarias de Chané-Pailón y San Juan-Antofagasta
- 2) Estudios de control de flujo del Rfo Grande, Rfo Piray (tramos aguas abajo) y Rfo Yapacani
- 3) Estudio adicional de estrategias de las medidas no estructurales tales como manejo del plan de crecidas, manejo del uso de la tierra, conservación de las cuencas de retardo, alerta en caso de inundaciones y sistema de evacuación.
- 4) Mejoramiento de la red de observación hidrológica.