

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)

No. 2

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
REPUBLICA DEL PARAGUAY

ESTUDIO DEL PLAN MAESTRO  
DEL  
PROYECTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO INTEGRADO  
EN EL  
BAJO CHACO  
DE LA  
REPUBLICA DEL PARAGUAY

INFORME FINAL  
(ANEXO)

MARZO DE 1994

LA AGENCIA DE DESARROLLO DE TERRENOS AGRICOLAS DEL JAPON  
(JALDA)

AFA
JR
94-18

REPUBLICA DEL PARAGUAY

ESTUDIO DEL PLAN MAESTRO  
DEL PROYECTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO INTEGRADO  
EN EL BAJO CHACO DE LA REPUBLICA DEL PARAGUAY

INFORME FINAL  
(ANEXO)

MARZO DE 1994





JICA LIBRARY



1116452(2)

国際協力事業団

26932

## INDICE DEL ANEXO

<b>CAPITULO 1 DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO</b> .....	1
1.1 Hidrología, Meteorología, Recursos hídricos .....	3
1.2 Geología y Agua subterránea .....	23
1.3 Suelo y Uso de las tierras .....	32
1.4 Medio Ambiente y Conservación de tierras agrícolas .....	48
1.5 Riego y Drenaje .....	49
1.6 Cultivo y Administración rural .....	57
1.7 Praderas y Cultivos forrajeros .....	87
1.8 Ganadería .....	100
1.9 Experimento e Investigación, Apoyo agrícola .....	127
1.10 Desarrollo regional .....	128
1.11 Proyecto de instalaciones, Diseño y Cálculo .....	148
1.12 Economía, Comercialización y Evaluación del proyecto ...	158
<b>CAPITULO 2 LISTAS DEL MIEMBROS</b> .....	207
2.1 Lista de los Miembros de Misión .....	209
2.2 Lista de los Miembros de Contrapartes .....	210
2.3 Cronograma de Ejecución del Proyecto de Desarrollo Agropecuario Integrado en el Región del Bajo Chaco .....	211
<b>CAPITULO 3 LISTA DE LAS FIGURAS</b> .....	213
<b>CAPITULO 4 LISTA DE LAS CUADROS</b> .....	355



## CAPITULO 1

### DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO





## CAPITULO 1 DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO

### 1.1 Hidrología, Meteorología y Recursos hídricos

#### 1.1.1 Meteorología

##### 1) Detalles del estudio

(1) A través de la DINAC se ha procedido a la recolección de los datos meteorológicos; y con respecto a los registros de las estaciones meteorológicas que no dependen de la citada repartición, se ha realizado la revisión de los informes existentes.

(2) A fin de utilizar para la recolección de datos meteorológicos en forma continua y compensar la deficiencia en tal materia, se ha realizado la instalación de los siguientes equipos meteorológicos mediante la cooperación de DINAC-DMH. (Figura 4.1.1).

Figura 4.1.1 Los equipos meteorológicos

Clasificación	Lugar de instalación	Equipos/Items de observ.
Suministro a las estaciones meteorológicas existentes	Estación Experimental en Chaco (PRONIEGA, MAG)(Ruta 9, Km 320)	Termo-higrógrafo, pluviógrafo, Termómetro de suelo, barógrafo
	Gral. Bruguez(DINAC) Aeropuerto Internac.	Anemógrafo
	S. Pettirossi (DINAC)	Evaporígrafo
Estaciones con registros automáticos	Estancia La Concepción (Ruta 9, Km 140)	Precipitación, temperatura humedad, direc. del viento veloc. del viento
	Departamento de Conservación de Ruta Dto. No.5, MOPC (Ruta 9, Km 275,5Km)	Precipitación, temperatura humedad, direc. del viento velocidad del viento

### (3) Transferencia de la tecnología de procesamiento de datos meteorológicos con registro automático

Los datos de observación medidos por los equipos automáticos son registrados en la memoria del instrumento; los mismos son recogidos por medio de HANDY CARD y transferidos a la computadora. Se ha realizado la transferencia tecnológica sobre la operación de este sistema y el procesamiento de los datos.

## 2) Resultados del estudio

### (1) Temperatura

La temperatura media anual es de 23°C-24°C, mientras la temperatura media en el período estival (Octubre a abril) es de 23°C-30°C, y la media en el período invernal (Mayo a setiembre), 17°C-23°C, aumentando la temperatura a medida que se avanza de sureste hacia el noroeste. El período de temperatura alta es entre noviembre y febrero, y el de baja temperatura, entre junio y julio. La temperatura media mensual máxima es de 28°C-31°C, mientras la media mensual mínima es de 18°C-19°C (Ver cuadros 4.1.1 al 4.1.3 del anexo). La temperatura máxima absoluta es de 39°C-41°C, registrándose la temperatura de 43°C en Loma Plata en noviembre de 1985, octubre de 1987 y enero de 1988.

Con respecto a la temperatura mínima absoluta, la misma es de -1,8 a 2,9°C, registrándose una temperatura de -4,0°C en Pozo Colorado en julio de 1988.

### (2) Humedad relativa

La humedad relativa media anual es de 65% a 75%; siendo más alta en invierno, época menos lluviosa, que en verano que es la época más lluviosa, debido a una mayor influencia que ejerce la disminución de la temperatura ambiental (Cuadro 4.1.4 del anexo).

### (3) Precipitación

De acuerdo a la distribución anual de la precipitación en el área de estudio, la época seca comprende los meses de junio a agosto y la lluviosa, los meses de noviembre a abril. La precipitación anual es de 1.300mm en Asunción, 800mm en las cercanías de Mariscal

Estigarribia que se encuentra en la parte noreste del país y 1.100mm en Pozo Colorado. En términos generales, la precipitación se reduce a la razón de 1mm por cada Km que se avanza de sureste a noroeste. Entre el 60% y el 80% de las lluvias se registra durante la época lluviosa; además, un 50% se concentra en el trimestre que abarca los meses de noviembre a enero. El régimen pluvial es sumamente irregular, llegando a llover a veces en tan solo medio día el volumen que corresponde a medio mes. Entre el 1ro. y el 8 de marzo de 1982 ha llovido en forma continua en Loma Plata, registrándose 259,4mm de precipitación, lo cual equivale al 27% de la precipitación anual (La precipitación del mismo mes ha alcanzado 377,2mm y la precipitación total en el año mencionado ha llegado a 1.381mm). El promedio de número de días con lluvia es de 6 a 9 días por mes durante el período lluvioso, y de 2 a 5 días durante el período seco. Los resultados de las observaciones en las diversas localidades son presentados en los cuadros 4.1.5 del anexo y 4.1.6 del anexo y las isoyetas en la Figura 4.1.2 del anexo.

#### (4) Evaporación

Los datos de evaporación son sumamente escasos; pero de acuerdo a las isolinéas de evaporación, la evaporación anual en los alrededores de Pozo Colorado llega a 1.400mm, aumentando a medida que se avanza en dirección a noroeste. La evaporación anual en las distintas estaciones son, 1.012mm en Asunción (1.317mm de precipitación) y 1.973mm en Mariscal Estigarribia (795mm de precipitación) (Cuadro 4.1.7 del anexo). En el documento Desarrollo Regional Integrado del Chaco Paraguayo (1982, CNDCH/OEA), se consigna que la misma es de 2.123mm.

#### (5) Horas de insolación

La insolación anual en Asunción llega a 2.670 horas, mientras en las demás localidades oscila entre las 2.400 y 2.460 horas. En el verano, pese a la abundante precipitación también hay muchos días soleados, llegando a 230 horas/mes, mientras en el período invernal es de 110 a 160 horas/mes (Cuadro 4.1.8 del anexo).

#### (6) Escarcha

En el Cuadro 4.1.9 del anexo se presentan los promedios de días con escarcha, registrados en las distintas estaciones durante el período de observación. El promedio de ocurrencia es 0,3 días/año en La Victoria, mientras en Pozo Colorado es de 2,8 días/año. Con relación a Pozo Colorado, se tiene el registro de un máximo de 7 veces, ocurrido en el año 1985. La ocurrencia de la escarcha se concentra en los meses de junio y julio, no habiendo en los demás meses.

#### (7) Dirección y velocidad de viento

Los vientos más frecuentes son del norte y del sur, siendo reducidos los vientos de dirección este u oeste. Un 25% del tiempo está en calma (Cuadro 4.1.10 del anexo). La media anual de la velocidad de viento es de 2,3m/seg en Pozo Colorado (Valor calculado) (Cuadro 4.1.11 del anexo). De acuerdo a los datos de observación en Loma Plata, el número de días por mes con viento superior a 6.1m/seg, considerada como crítica por el riesgo de la erosión eólica es de 4 días como promedio mensual. Entre mayo y noviembre sopla el viento fuerte, llegando al pico en agosto (Durante 9 días, con un promedio de velocidad de 10,9m<sup>3</sup>/seg, superior a los 6,1m/seg). En esta época se seca el suelo por lo que es necesario adoptar algunas medidas contra la erosión eólica (Figura 4.1.3 del anexo).

#### 1.1.2 Hidrología

##### 1) Detalles del estudio

(1) Contando con la cooperación de la DINAC-DMH fueron instalados los limnigrafos en los ríos Aguaray Guazú, Montelindo y Verde, que son cauces que tienen caudales durante todo el año, y recorren las zonas de tierras con aptitud agrícola (Todos fueron instalados en la intersección de dichos cauces con la Ruta 9).

(2) Se ha realizado el análisis hidrológico y se ha procedido a la determinación del potencial hidrológico de todo el área, realizándose igualmente el análisis de caudales de los principales cauces.

##### 2) Resultados del estudio

(1) Situación general de la topografía y de los cauces del área

La topografía es plana en general. La pendiente de todo el área es sumamente suave, con una inclinación media de 1/5.000 que se orienta de oeste a este.

En la zona suroeste del área de estudio, próxima a la frontera con la Argentina, se encuentra el Estero Patiño que sirve de fuente de agua de los ríos Aguaray Guazú, Negro y Montelindo; además existen numerosos cauces secos que tienen agua solo durante el período lluvioso. En el área existen ocho sub-cuencas de cauces que desembocan en el Río Paraguay (En el año 1991, la DINAC-DMH ha revisado la división de las cuencas). Estas cuencas miden en total 109.000Km<sup>2</sup> (En la superficie de las cuencas están incluidas también las zonas que quedan fuera del área de estudio). Los datos de los cauces que se encuentran en el área son presentados en el Cuadro 4.1.12 del anexo y la división de las cuencas, en la Figura 4.1.4 del anexo. Los principales cauces del área son como se presentan a continuación.

#### a) Río Paraguay

La superficie total de su cuenca es 1.095.000Km<sup>2</sup> y nace en la zona de serranías, situada a 14°20' latitud sur y 56°25' longitud oeste, a una cota de 300m.

El Río Paraguay colecta el agua de la extensa planicie del Brasil y fluye en dirección norte-sur. En épocas de crecida causa la inundación de amplios sectores de su ribera. El caudal medio anual es de 3.580m<sup>3</sup>/seg en Concepción y 4.050m<sup>3</sup>/seg en Asunción. Su agua es blanda de buena calidad, apta para el aprovechamiento. Con respecto a su aprovechamiento, hasta ahora fueron estudiadas numerosas alternativas; pero debido a la dificultad en realizar la toma por gravedad teniendo en cuenta que recorre la parte más baja del Chaco, además de la incidencia de otros factores tales como condiciones topográficas, económicas y otros, no se disponen hasta el presente de proyectos concretos para su aprovechamiento.

#### b) Río Pilcomayo

El Río Pilcomayo tiene su nacimiento en los Andes bolivianos. Baja hacia el sur colectando el agua que fluye de las serranías, para

desembocar en el Río Paraguay a la altura de Asunción. Su caudal promedio en Villa Montes (Bolivia) es de 200m<sup>3</sup>/seg y arrasta cerca de 100 millones de toneladas de sedimento por año. La planicie que recibe la influencia de este río suele inundarse estacionalmente debido al exceso de agua aportada por las lluvias y los cauces, así como por el deficiente drenaje. Se alternan la erosión debida a la inundación y la acumulación de sedimentos, lo que no permite la estabilización del suelo de horizontes superficiales y la vegetación predominante está constituida de matorrales, y en algunos casos sin vegetación. Gran volúmen de agua se pierde por evaporación. El agua superficial y el agua infiltrada llegan a constituirse en la fuente que alimentan los cauces naturales de la parte sur del Chaco como son los ríos Montelindo, Negro, Aguaray Guazú y otros.

En épocas de crecida produce la inundación causando cuantiosos daños; pero este hecho es beneficioso desde el punto de vista de la infiltración hacia el subsuelo y la alimentación de los cauces naturales y las lagunas. Durante la inundación, gran parte del agua fluye hacia el lado del Paraguay, siendo menor el caudal que se dirige hacia la Argentina. La distribución de agua entre los dos países depende exclusivamente del comportamiento del flujo, no interviniendo ninguna acción del hombre.

Con respecto a este río, se tiene el estudio denominado "Aprovechamiento Múltiple del Río Pilcomayo", a través del cual se ha estudiado la posibilidad del aprovechamiento del citado río para el riego en la zona de Filadelfia; pero en el mismo son indicados también diversos problemas como, la necesidad de controlar el arrastre de sedimentos en el curso superior del río, la gran pérdida de caudal por evaporación e infiltración que se originaría debido a la gran extensión del canal (200Km), la necesidad de contar con reservorios de compensación de niveles entre otros.

#### c) Otros cauces del área

Los principales cauces del área son, el Río Confuso, Río Aguaray Guazú, Río Negro, Río Montelindo, Río Verde y otros. Son cauces que presentan pendientes muy suaves, razón por la cual son muy sinuosos y no tienen ni el caudal ni la calidad de agua estables, presentando grandes fluctuaciones según la estación o el año, siendo numerosos

además los cauces que se secan. La conductividad eléctrica aumenta especialmente durante la época de sequía, llegando a más de 20.000 micromho/cm, y en este estado, ni la cabra que es resistente a la salinidad la toma.

## (2) División hidrológica

En base a los resultados obtenidos hasta el presente, y de acuerdo a las características hidrológicas, el Ministerio de Defensa Nacional ha dividido el Chaco en las siguientes zonas (Figura 4.1.5 del anexo). Esta clasificación es considerada como la más autorizada en el Paraguay, razón por la cual, en el presente estudio también se recurre a la misma.

### ① Zona aluvial de la cuenca del Río Pilcomayo

Corresponde a la cuenca inferior del Río Pilcomayo, hasta el Riacho San Carlos. Es una zona que recibe la influencia del Río Pilcomayo; y en especial, la zona este de ella está constituida de tierras pantanosas debido a la abundante precipitación.

### ② Zona baja del sector este

Corresponde a una franja de 60-100Km de la ribera del Río Paraguay. La sección baja de esta zona se inunda parcialmente cuando se registran las precipitaciones o las crecidas del Río Paraguay y sus afluentes.

### ③ Planicie que se extiende desde Bolivia

El Departamento de Chaco está comprendido principalmente en esta zona; es una zona que se constituye en dren para el agua que afluye desde Bolivia, a través del Río Timane, Laguna Ida, Laguna Palmar de las Islas y otros, así como del agua pluvial de la sección centro-norte del Chaco. La posibilidad de obtener agua subterránea de buena calidad es alta.

### ④ Planicie del sector oeste con escaso escurrimiento de agua

Es la zona situada al oeste de la isoyeta de 750mm. Es una zona que presenta el flujo de agua superficial muy reducido debido al déficit de la precipitación y la alta infiltración que tiene el suelo arenoso, .

### ⑤ Planicie del sector noroeste

Es la zona pantanosa que se sitúa entre los paralelos 21° y 22° latitud sur, donde existen lagunas de agua salobre como la Laguna Salada. Debido a la presencia de un horizonte impermeable

a poca profundidad, se forman numerosas lagunas.

⑥ Planicie del sector sureste

Es una zona de paleocauces colmatados donde se observan numerosos cauces con escurrimientos temporarios que se forman por la afluencia del agua de las lluvias.

(3) Análisis hidrológico

a) Nivel de agua de los cauces del área

Es grande la variación del nivel de agua, y si bien se registran aumentos en forma temporaria, el nivel es bajo a través del año. El nivel medio anual del Río Negro es de 2,28m, presentando el nivel más alto en el mes de junio y el más bajo en octubre. El nivel más frecuente es de 1m (130 días del año) y durante más de la mitad del año (182,5 días), su nivel es inferior a 1,4m (Nivel corriente: 1,4m).

El nivel medio anual del Río Montelindo es de 2,36m, registrándose el nivel más alto en el mes de mayo y el más bajo, en setiembre. El nivel de agua que se registra con mayor frecuencia es de 1,75m (60 días del año) y su nivel corriente es 1,8m.

El nivel medio anual del Río Pilcomayo (A la altura de General Bruguez) es de 1,49m, siendo mayo el mes con nivel más alto y setiembre, el mes con menor nivel. El nivel de agua que se registra con mayor frecuencia es 1,6m (103 días del año) y su nivel corriente es de 1,3m.

En el cuadro 4.1.13 del anexo y las figuras 4.1.6-4.1.14 del anexo se presentan los promedios mensuales, curvas de períodos y curvas de distribución de frecuencias de los niveles de agua de los ríos Negro, Montelindo y Pilcomayo. Por otro lado, el promedio mensual, variación anual de los niveles máximos, mínimos y medios mensuales son presentados en las figuras 4.1.15-4.1.17 del anexo.

b) Caudales de los cauces del área

En base a los datos de nivel de agua y de la velocidad de flujo obtenidos de la Administración Nacional de Navegación y Puerto, y los



datos de velocidad de flujo obtenidos en la presente fase de estudio, fue calculada la curva de nivel de agua y caudal (Curva H-Q), siendo estimados los caudales mensuales y anuales de los ríos que poseen registros de nivel de agua como Negro, Montelindo y Paraguay (Concepción y Asunción). Los resultados de estos análisis son presentados en el punto 4.1.3, 2), (3) Volúmen de los recursos hídricos existentes.

### 1.1.3 Recursos hídricos

#### 1) Detalles del estudio

##### (1) Estudio de la calidad de agua

A fin de usar como datos que permitan determinar la posibilidad de aprovechamiento de los cauces para la agricultura, se ha realizado la medición de la conductividad eléctrica y de pH que corresponden a distintos períodos. Además, con el fin de estudiar la posibilidad de su aprovechamiento como fuente de agua para riego y consumo, se han realizado los análisis químicos y bacteriológicos de 8 muestras de agua de los ríos Aguaray Guazú, Negro, Montelindo y Verde, consignando el trabajo al Centro de Limnología y Ecología Aplicada, (CLEA)

##### (2) Estudio de los recursos hídricos existentes

Se ha realizado la estimación del volúmen de los recursos hídricos existentes en los cauces del área de estudio y de las cuencas, así como el estudio de las fuentes de agua aprovechables.

#### 2) Resultados del estudio

En objetivo de desarrollo de los recursos hídricos en el presente estudio es asegurar el agua para riego, agua para los ganados, agua potable y el agua a ser utilizada en las industrias agrícolas.

A excepción del agua para los ganados que permite el uso de agua con salinidad relativamente alta, el uso de agua que contiene mucha sal afecta a la producción agrícola, a la salud humana y otros. En consecuencia, en el caso del presente área será importante el estudio del agua, tanto en el aspecto cuantitativo como en lo cualitativo.

(1) Agua salobre y acumulación de sales

La situación actual del agua salobre y de acumulación de sales en la Región del Chaco es como se indica a continuación.

- ① El agua subterránea originada en los Andes bolivianos fluye muy lentamente derritiendo poco a poco las sales contenidas en las formaciones terciarias y cuaternarias (No se tiene una clara división de los períodos) que tienen una profundidad de 1.000m (En la zona oeste del Chaco llega a 3.000m) debajo de planicie de la región chaqueña.
- ② En los alrededores del Chaco Central, cercano a la zona oeste del Chaco, donde se suaviza la pendiente y los sedimentos tienen una textura más fina, reduciéndose el coeficiente de permeabilidad, esta agua subterránea llega a presentar una alta concentración de sales y vuelve a aflorar en la superficie o bien, queda a una profundidad de 6-10m.
- ③ Los cauces que existen en el área reciben este agua subterránea que emana del subsuelo y llega a tener alta salinidad.
- ④ Según el Servicio Agropecuario Chaco Central (SAP), al subir el nivel de agua subterránea como consecuencia de una prolongada inundación, hace que se transforme el agua dulce de las lagunas y los tajamares en agua salobre; y al descender el nivel de agua, las sales quedan retenidas en el suelo. La sucesiva repetición de la precipitación y la evaporación hace que las sales asciendan gradualmente hasta las proximidades de la superficie del suelo y se acumulen en la misma, causando grandes daños a los cultivos. En las colonias Mennonitas existe un caso concreto de transformación del agua acumulada en una represa, en agua salobre, en ocasión de la lluvia prolongada en el año 1983.
- ⑤ Este fenómeno se observa en la zona que queda al norte del Río Montelindo; en cambio, la zona que queda al sur de este río recibe la influencia del desborde del Río Pilcomayo que se constituye en la fuente de agua para la zona, razón por la cual, los cauces de esta zona conservan el agua con relativamente bajo contenido de sales (No obstante, durante el período en que no se registra el desborde del Pilcomayo, aumenta el contenido de sales).

- ⑥ Por otra parte, a causa de la precipitación que aumenta mas o menos en forma uniforme a medida que se avanza de oeste a este, en las proximidades del Río Paraguay que es la zona terminal de los cauces del área, se observa la disminución del contenido de sales por la afluencia del agua de las lluvias que caen dentro del área.

(2) Situación actual del uso de agua de los cauces

De acuerdo al resultado de análisis de las cartas topográficas de escala 1/50.000 y fotografías aéreas, el agua es aprovechada para el consumo de ganados, principalmente en el curso superior del Río Verde y sus tributarios, represando los mismos. Sin embargo, este tipo de almacenamiento de agua es considerado como causante de la elevación del nivel de agua subterránea; y concretamente, en la intersección de este río con la Ruta 9, la salinidad es sumamente alta durante todo el año.

(3) Volúmen de los recursos hídricos existentes

a) A fin de determinar el volúmen absoluto de los recursos hídricos de los cauces que existen en el área, se ha realizado el análisis de caudales de acuerdo al siguiente procedimiento. Los cauces analizados fueron aquellos que poseen datos de nivel de agua y caudal tales como el Río Paraguay (En Asunción y Concepción), Río Negro y el Río Monteindo (Todos en las intersecciones con la Ruta 9).

① Elaboración de la curva H-Q en base a los datos de nivel de agua y del caudal de cada cauce (Figuras 4.1.18-4.1.21 del anexo).

(A los efectos de determinar la fórmula de recurrencia de H-Q, se ha considerado como forma del cauce la parábola, en base al estudio comparativo)

② Mediante la fórmula de recurrencia de H-Q, y en base los datos diarios del nivel de agua de cada cauce, fueron calculados los caudales diarios.

③ Cálculo de las medias mensuales y anual del caudal y la descarga total anual (Cuadros 4.1.14-4.1.17 del anexo).

④ Cálculo del caudal de probabilidad no excesiva (Cuadros 4.1.18-4.1.21 del anexo).

A continuación se estudia el volumen de los recursos hídricos existentes de acuerdo a los resultados de análisis.

(a) Río Paraguay

El caudal medio anual y la descarga total anual del Río Paraguay es de  $3.580\text{m}^3/\text{seg}$  y 113.000 millones de  $\text{m}^3/\text{año}$  respectivamente en Concepción; y  $4.050\text{m}^3/\text{seg}$  y 128.000 millones de  $\text{m}^3/\text{año}$  respectivamente en Asunción (Cuadros 4.1.14-4.1.15 del anexo). Graficando en barras las medias mensuales del caudal del Río Paraguay en Concepción y en Asunción, es como se presenta en la Figura 4.1.22 del anexo.

Los caudales en los puntos mencionados indican una nítida correlación y el aumento de caudal que se verifica entre las dos localidades es debido al aporte de los cauces del área que se encuentran en dicho tramo (Río Montelindo, Río Negro, Río Aguaray Guazú, Río Confuso) y de los que se encuentran en la margen izquierda del Río Paraguay en el mismo tramo (Río Ypané, Río Jejuí Guazú y otros). Este aporte asciende a  $470\text{m}^3/\text{seg}$ , como promedio anual (11.400 millones de  $\text{m}^3/\text{año}$ ).

En la Figura 4.1.23 se presenta la variación mensual de los caudales medios, mínimos y máximos de los cauces durante los 15 años que abarca el análisis hidrológico. En cuanto a la variación a través del año, se nota que diciembre es el mes con el menor caudal; luego va aumentando gradualmente para llegar al punto culminante en el mes de junio y volver a decrecer nuevamente, presentando una distribución normal en forma de campana. En cuanto a la media mensual mínima, en diciembre de 1988 se ha registrado el valor más bajo de todo el período que abarca la estadística, siendo el mismo de  $1.660\text{m}^3/\text{seg}$  en Concepción y  $1.730\text{m}^3/\text{seg}$  en Asunción (Cuadros 4.1.14-4.1.15 del anexo). Con relación al caudal diario, el caudal mínimo absoluto durante el período estudiado se ha registrado entre los días 19 y 21 de diciembre del mismo año en Concepción, siendo el mismo de  $1,539\text{m}^3$ . Suponiendo que se realice la toma de  $50\text{m}^3/\text{seg}$  de agua en este período, el nivel de agua descenderá en un 9cm. El caudal que corresponde a la probabilidad no excesiva de 1/5 año es de  $2.870\text{m}^3/\text{seg}$  en Concepción. El año con valor cercano al año probable es el año 1990 (Cuadro 4.1.19 del anexo).

De acuerdo a estos resultados de análisis, se considera que la toma

de agua para riego (Suponiendo un caudal de  $50\text{m}^3/\text{seg}$ ) no afectará a la condición de flujo del río ni a la navegación, al menos en las cercanías de Concepción.

(b) Río Negro

La escala limnimétrica del Río Negro está instalada en el pilar del puente que se encuentra en la intersección con la Ruta 9. Los datos de observación hidrológica que se disponen son parciales, abarcando solamente el período entre 1970 y 1990, siendo utilizado para los efectos del estudio los datos de 9 años que están completos. Los resultados de este análisis son como se indican a continuación.

El caudal medio anual del Río Negro es  $17\text{m}^3/\text{seg}$  y el gasto total anual asciende a 500 millones de  $\text{m}^3/\text{seg}$  (Cuadro 4.1.16). Sin embargo es muy grande la fluctuación, tanto mensual como anual, siendo por tanto un cauce muy inestable.

En cuanto a la distribución de la media mensual de los caudales, en junio presenta el valor más alto, con otro pico de menor magnitud en el mes de diciembre. El hecho de que se registre el pico del nivel de agua en el mes de junio, que es por otra parte el mes con la menor precipitación, se considera que es debido al agua de deshielo proveniente de los Andes bolivianos (La época lluviosa o de nevada es entre los fines de octubre y fines de marzo). Por otra parte, se puede considerar también el efecto que ejerce el nivel de agua del Río Paraguay en el curso inferior del Río Negro (El nivel del Río Paraguay alcanza su pico en el mes de junio). El otro pico de diciembre se considera que es debido a la afluencia del agua superficial de las precipitaciones. Al calcular considerando en 1/5 año la probabilidad no excesiva, es posible esperar el promedio anual de  $12\text{m}^3/\text{seg}$ . El año con el valor cercano a este es 1972 (Cuadro 4.1.20 del anexo).

(c) Río Montelindo

En el Río Montelindo también la escala limnimétrica está instalada en el pilar del puente, en el punto de cruce con la Ruta 9. Los datos de nivel de agua son también parciales y corresponde al período entre 1971 y 1990. Para los efectos del análisis fueron utilizados los datos de 9 años que no tienen faltantes. Los resultados de este

análisis es como se presenta a continuación.

El caudal medio anual del Río Montelindo es de  $19\text{m}^3/\text{seg}$  y el gasto total anual asciende a 600 millones de  $\text{m}^3$  (Cuadro 4.1.17 del anexo); sin embargo, presenta grandes fluctuaciones anuales y mensuales, siendo por tanto un cauce con caudal muy inestable. La distribución de los caudales medios mensuales presenta una tendencia similar al Río Negro, presentando el valor máximo en mayo y tiene también un pequeño pico en diciembre. Haciendo el cálculo con 1/5 año de probabilidad no excesiva, es posible esperar un caudal medio anual de  $10\text{m}^3/\text{s}$ . El año más cercano a éste es 1973 (Cuadro 4.1.21 del anexo).

b) Potencial de los recursos hídricos de la cuenca

(a) Volúmen suministrado por las precipitaciones

En Cuadro 4.1.22 del anexo se presentan los resultados de estimación del promedio anual de precipitación por unidad de superficie y el volúmen suministrado por las precipitaciones, calculados en base al volúmen de lluvia que cae en las 8 cuencas que componen el área de estudio. (Cada una de las cuencas están divididas también por la Ruta 9, realizándose la estimación tanto en el lado de agua arriba como agua abajo de la misma).

La superficie total de las 8 cuencas (Incluyendo zonas que quedan fuera del área de estudio asciende a  $109.247\text{Km}^2$ , midiendo  $61.813\text{Km}^2$  la parte que se encuentra agua arriba de la intersección con la Ruta 9, y  $47.434\text{Km}^2$ , la parte que se encuentra agua abajo. El volúmen suministrado por las lluvias es en total  $970\text{mm}/\text{Km}^2$ .

El gasto total anual del Río Aguaray Guazú es aproximadamente 900 millones de  $\text{m}^3/\text{año}$ .

(b) Escurrimiento superficial

Al calcular el coeficiente de escurrimiento en base al gasto total anual de los ríos Negro y Montelindo (En los puntos de cruce con la Ruta 9 : Cuadros 4.1.16 y 4.1.17 del anexo) y el volúmen de agua suministrado por las lluvias indicado en el Cuadro 4.1.22 del anexo, se tienen,  $C=1,3$  en Río Negro y  $C=0,6$  en el Río Montelindo (En los informes existentes figura como  $C=0,5 - 1.0$ ). Por tanto, el

escurrimiento superficial en el área de estudio es estimado en el orden del 1%, existiendo en consecuencia un escurrimiento superficial de unos 10.000 millones de m<sup>3</sup>/año.

El hecho de que sea sumamente pequeño el coeficiente de escurrimiento superficial, se considera que es debido a las siguientes causas.

① El área de estudio es sumamente plana y existen zonas en las cuales el agua de las lluvias permanece por largo tiempo, sin que sea drenada. Este hecho se ha constatado también en oportunidad de sobrevuelo del área. Estas zonas, si bien están incluidas también en la superficie de las cuencas, en realidad casi no ocurre el escurrimiento en las mismas y el agua es retenida durante un largo período hasta ser consumida por la evaporación e infiltración.

② Por otra parte, la zona de la cuenca que toma parte en el escurrimiento se limita a las adyacencias de los cauces, siendo pequeña su proporción con respecto a la totalidad del área.

③ En consecuencia, se considera que las cuencas que realmente participan en el escurrimiento es considerablemente menor que las superficies indicadas en división de las cuencas.

#### (4) Calidad de agua de los cauces y tajamares

##### a) Posibilidad de uso para riego

Los resultados del estudio de calidad de agua de los cauces y tajamares del área son indicados en el Cuadro 4.1.23 - 4.1.24 del anexo. En el caso de los cauces, cuando el nivel de agua es bajo, tanto la conductividad eléctrica como el pH presentan valores altos, pero al producirse el escurrimiento cuando llueve, el agua de los cauces es diluida, observándose una rápida disminución de los valores mencionados. Por otra parte, en los cauces que se encuentran al norte del Río Montelindo, la salinidad es sumamente alta (10.000 - 20.000 micromho/cm o más), mientras en los cauces que se encuentran al sur de Montelindo, la salinidad presenta valores más bajos (500 - 6.000 micromho/cm).

En base a los resultados de análisis de la calidad de agua realizadas durante la época de creciente, período en el cual la

calidad es mejor, se ha realizado el estudio de la posibilidad de su aprovechamiento como agua de riego (Ver Cuadros 4.1.25 - 4.1.26 del anexo).

(a) Todos los cauces tienen pH 6,3-6,9 que son considerados valores normales. (b) La conductividad eléctrica CE es del orden de 150-3.520 micromho/cm, aumentando la misma a medida que se avanza hacia el norte. En los ríos Montelindo y Negro los valores sobrepasan los 3.000 micromho/cm que es el nivel aprovechable para riego, pero los ríos Negro y Auaray Guazú tienen valores bajos del orden de 150-600 micromho/cm. Observando la proporción de Ca, Mg y Na, se nota que el Na es muy abundante. De acuerdo a la clasificación del Diagrama de la calidad de agua (United States Salinity Laboratory Staff, FAO), está comprendida entre las categorías C2-S3 y C4-S3, siendo de medio a alto el riesgo de toxicidad del Na y de medio a muy alto el riesgo de toxicidad debida a la concentración de sales.

(c) La toxicidad de las cloruros es muy grande en las aguas de los ríos Montelindo y Verde, y al practicar el riego por aspersión, se originará la quema de las hojas.

(d) El nivel de toxicidad de bicarbonatos ( $\text{HCO}_3$ ) es de débil a mediano en los ríos Negro, Montelindo y Verde, existiendo el riesgo de que pueda causar daños a los cultivos sensibles al mismo.

Conforme a estos resultados, el aprovechamiento de los ríos Negro, Montelindo y Verde como fuente de agua para riego está sumamente restringido. Tal como se ha indicado precedentemente, estos resultados corresponden a épocas de mejor calidad de las aguas, por consiguiente, en las demás épocas empeora la calidad; razón por la cual no es posible el aprovechamiento de estos cauces como fuente de agua para riego. Por otro lado, con respecto al Río Aguaray Guazú, su agua es aprovechable en suelos con buen drenaje.

El agua de los tajamares y las aguas acumuladas en las depresiones tienen baja concentración de sales, siendo inferior a 500 micromho/cm (Cuadro 4.1.24 del anexo).

b) Posibilidad de uso como agua potable



De acuerdo a los resultados de los análisis de calidad de agua realizados en la anterior fase y en esta oportunidad (Cuadro 4.1.25-4.1.26 del anexo), cuando el nivel de agua es bajo, el agua no es apta para ningún tipo de uso; pero en la épocas en que se registran grandes caudales como consecuencia de las lluvias, se obtienen aguas relativamente buenas. No obstante, presentan altos contenidos de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{So}_4^{2-}$  y es probable que cauce la diarrea si se ingiere estas aguas. Además, si se tiene en cuenta que contiene también mucho  $\text{Cl}^-$ , se puede pensar que están contaminadas con la orina, no siendo en consecuencia aptas para consumo.

Con respecto al Río Aguaray Guazú (En época de creciente), si bien se ha detectado la presencia de coliformes fecales, los demás parámetros se encuadran dentro de los límites de agua apta para consumo, por lo que será posible usar como agua potable si se realiza el filtrado o la ebullición. Sin embargo, es difícil su aprovechamiento durante todo el año. Para su aprovechamiento se puede pensar en el Método de almacenamiento temporario en el acuífero" que consiste en almacenar una vez en el acuífero somero y luego volver a bombear.

#### (5) Estudio de las fuentes de agua aprovechables

##### a) Río Paraguay

Es agua blanda, siendo apropiada para todos los usos. No tiene problema tampoco en cuanto al volúmen como ya se ha indicado precedentemente y es una fuente de agua con posibilidad de desarrollo.

##### b) Río Pilcomayo

Desde el punto de vista del desarrollo de recursos hídricos, son apuntados los siguientes problemas con respecto al Río Pilcomayo; y si bien se realizan diversas coordinaciones a través de la Comisión de la Cuenca del Pilcomayo, hasta el presente no se ha llegado a elaborar planes concretos para su desarrollo.

(a) Hacia el año 1980, el Río Pilcomayo tenía el cauce muy serpenteado desde un poco aguas abajo de Linares y el agua desbordada formaba la planicie de derrame en las cercanías de la frontera entre

la Argentina y el Paraguay. Sin embargo, en los últimos 10 años este cauce ha retrocedido debido a la acumulación de los sedimentos transportados por el cauce, llegando tan solo a 45Km de Pedro P. Peña y 75Km de la frontera con Bolivia, en línea recta. Esto significa que el cauce está retrocediendo a la razón de 5Km/año y existe el riesgo de que en 15 años más desaparezca el actual cauce del Río Pilcomayo.

(b) Un aspecto que merece especial atención con respecto al Río Pilcomayo es que cuando se registra una crecida, cambia de curso en el orden de 2Km y el ancho del cauce aumenta o disminuye en orden de cientos de metros. A esto se debe sumar la erosión que se produce. Por otra parte, el agua del desborde afluye a los ríos Verde, Montelindo y otros cauces del área.

(c) El Río Pilcomayo crece anualmente ( $1.000\text{m}^3/\text{seg}$ ) entre los meses de noviembre y febrero como consecuencia de las precipitaciones que se registran en la zona andina situada aguas arriba ( $80.000\text{Km}^2$ ), y por la gran capacidad de arrastre que tiene, arrastra hacia aguas abajo los sedimentos que en la localidad de Villa Montes, Bolivia asciende a 80-100 millones de toneladas. Estos sedimentos se depositan en el cauce al ingresar al Paraguay, en donde se reduce la velocidad de flujo como consecuencia de la disminución de la pendiente, formando los albardones en el entorno y cambiando de curso para abrir el nuevo cauce. Además, se produce el desborde, llegando a formar la planicie de derrame. La tendencia en los últimos años es que en las cercanías de la frontera con Bolivia, el derrame es mayor hacia el lado argentino, mientras, mas hacia aguas abajo, el derrame es mayor hacia el lado paraguayo, aportando el agua hacia el Estero Patiño. Debido a esto, casi no tiene caudal en el curso inferior.

Como medida para superar la situación mencionada, es necesario detener el retroceso del cauce evitando la colmatación del cauce actual, instalar el reservorio de retardación del escurrimiento y procurar la ampliación del nuevo cauce. No obstante, como medida para solucionar radicalmente la situación, es necesario implementar debidamente los proyectos de prevención de la erosión en la cuenca superior del cauce, en Bolivia.

El Río Pilcomayo es un cauce internacional; por eso afecta al

problema de la línea de frontera entre el Paraguay y la Argentina, requiriendo por tanto la realización de la coordinación en forma continua (Ver a)-e): Ing. LUIS ALBERTO MEYER, "INGENIERIA HOY" 1991, No.3).

Debido a esto, y ante la suma dificultad de incorporar en el presente Proyecto el aprovechamiento del Río Pilcomayo en el Departamento de Presidente Hayes, luego de discutir con las instituciones pertinentes del Paraguay, se ha decidido excluir del presente proyecto el aprovechamiento de este cauce.

c) Cauces que se encuentran en el área

Se ha realizado el estudio de la posibilidad de aprovechamiento de los mismos basado en los respectivos niveles, volumen existente y calidad de las aguas; pero tan como se ha iniciado precedentemente, las aguas de los cauces del área tienen alta concentración de sales y son sumamente inestables en lo referente al caudal, con grandes fluctuaciones anuales y mensuales. Los cauces que mantienen cierto nivel de agua durante el período seco son solamente los ríos Aguaray Guazú, Negro y Montelindo, y pese a que presentan algunas crecidas en forma temporaria, en general son bajo sus niveles. Con relación al Río Aguaray Guazú, la calidad de agua del mismo en época de crecida permite el uso para riego, pero no se tiene realizada la observación de sus niveles y al igual que los demás cauces del área, la condición de flujo es inestable, siendo por tanto restringido su aprovechamiento.

d) Represa para almacenamiento de agua de lluvia

Se ha efectuado el estudio de la posibilidad de desarrollar la represa para el almacenamiento del agua de lluvia, interceptando con ataguías los cauces, cauces secos o paleocauces. Este tipo de represa es contruido en las colonias Mennonitas, pero de acuerdo al resultado del estudio realizado, está ocasionando el problema de salinización del agua almacenada. Además, la construcción de la represa está trayendo como consecuencia la degradación de la calidad de agua de todo el cauce (En las colonias Mennonitas consideran que la salinización del agua del Río Verde es causada por el cierre del mismo en el curso superior). Por otro lado, la topografía del área es sumamente plana y prácticamente no existen sitios apropiados para la

construcción de represas. En consecuencia, la posibilidad de desarrollar este tipo de represa es muy escasa en el Chaco.

e) Tajamares

Los tajamares que acumulan el agua de las lluvias y el agua superficial son ampliamente difundidos en la Región del Chaco, siendo una fuente de agua válida para la ganadería de la zona. Con respecto a este punto, existe el estudio detallado que se menciona en "CNDRCH, Desarrollo Regional Integrado del Chaco Paraguayo, Desarrollo del Recurso Agua, Noviembre de 1985, CNDRCH/OEA"

f) Aprovechamiento de las zonas de inundación permanente

Las aguas almacenadas en las zonas de inundación permanente que existen en forma dispersa, principalmente en parte sur del área, son aprovechables desde el punto de vista de su calidad, pero son reservorios de muy poca profundidad y cuando se produce el aporte de agua por las lluvias, la dimensión del reservorio varía grandemente a causa de la pequeña topografía que presenta la zona. Debido a esto, no solo es difícil cuantificar el volumen aprovechable, sino que dificulta también el diseño, ejecución y mantenimiento de las instalaciones para su aprovechamiento. Además, cuando las mismas son incorporadas al proyecto, conducirá al deterioro total del sistema ecológico de la fauna que habitan en las mismas, resultando muy grande el impacto medioambiental. En consecuencia, la posibilidad de su aprovechamiento es limitada.

g) Almacenamiento del agua de lluvia en forma directa

Como fuente de agua para consumo humano es propisorio el sistema de aljibe que se usa en forma generalizada en el área de estudio y que consiste en conducir por medio de canaletas el agua que cae en el techo de la vivienda hasta el tanque de hormigón instalado en el subsuelo.

1) C=0,5-1.0: CNDCH, Desarrollo Regional Integrado del Chaco Paraguayo, Desarrollo del Recurso Agua, 11.1985.

## 1.2 Geología y Agua subterránea

### 1) Detalles del estudio

Se ha realizado el estudio para obtener las informaciones sobre la hidrogeología y el caudal de agua subterránea existente en el área de estudio mediante la recolección de datos, consignación del estudio por contratación de servicios, exploración del área y el análisis de fotografías aéreas.

Los trabajos del estudio hidrogeológico, perforación de pozos y ensayos de bombeo fueron realizados consignando al Departamento de Abastecimiento de Agua para el Chaco (CNDRICh-MDN), realizándose un total de 28 estudios de perforación. Además, en base a los resultados de los mismos, se ha realizado el estudio de bombeo sencillo construyendo 14 pozos. La ubicación, profundidad y cantidad de dichos pozos son como se presentan a continuación (Figura 4.2.1).

Figura 4.2.1 La ubicación, profundidad y cantidad de dichos pozos son como se presentan a continuación

Ubicación	Prof. y cant. perfor.	Prof. y cant. pozos
Cañadón Cacique	20,5m x 5	10m x 3, 20m x 2
Estero Pirahú	20,5m x 5	15m x 1, 20m x 3
Montelindo	20,5m x 5, 152m x 1	15m x 1
Pozo Azul	20,5m x 5	
Estero Patiño	20,5m x 5	
Juan de Salazar	152 m x 1	
Aguaray Guazú	152 m x 1	
Río Verde		20m x 1
Río Negro		10m x 1
Benjamín Aceval		100m x 1

Se ha realizado el análisis de las fotografías aéreas de escala 1/60.000 (Tomadas en 1968) con el estereoscopio.

### 2) Resultados del estudio

#### 1) Geología del Chaco

La geología del Paraguay está constituida de dos unidades geológicas independientes que son la Región Oriental y la Occidental, separadas por el Río Paraguay. Entre estos, La Región Occidental que comprende el área de estudio está ocupada por la cuenca sedimentaria del Chaco que se extiende hasta el norte argentino.

La cuenca sedimentaria del Chaco tiene como base la litósfera de origen marino de los períodos Silúrico y Devónico que se han formado como consecuencia del ciclo orogénico del Brasil, ocurriendo la sedimentación de los sistemas Carbonífero, Pérmico y Triásico. La formación de grandes cordilleras originada hacia el oeste como consecuencia del ciclo orogénico de los Andes iniciado en el Cretáceo Superior ha ocasionado la separación de la región chaqueña del Océano Pacífico, proporcionando un volumen muy grande de sedimentos. Como consecuencia de ello, toda la región chaqueña, a excepción de su extremo norte, ha sido cubierta por la formación Chaco de gran profundidad, transformándose en la actual llanura del período Cuaternario.

La formación Chaco se compone de sedimentos no consolidados de las eras Terciarias y Cuaternarias, alcanzando un espesor máximo de 3.000m. Es una formación de origen continental, donde se observa la alternancia de las capas de arena fina, limo y arcilla, pero en la parte inferior se reconocen también unidades estratigráficas de origen marino de poca profundidad. Sean de origen marino o continental, frecuentemente contienen las sales evaporíticas de sal gema o de yeso. Se considera que las sales evaporíticas que se desarrollan en gran magnitud se han originado por el desecamiento de lagos o mares de poca profundidad.

## (2) Hidrogeología

### a) Topografía

La mayor parte de la región del Chaco es clasificada topográficamente como planicie de la era Cuaternaria. A su vez, la Región del Chaco puede ser subdividida en planicie de desborde del Río Pilcomayo, planicie de inundación erosionada que se sitúa al norte de Pozo Colorado, y demás planicies de desborde. La planicie del período Cuaternario tiene una pendiente muy suave que se orienta de noroeste a sureste (2/10.000) y la mayoría de los cauces fluyen siguiendo en forma aproximada, la orientación de esta pendiente.

Observando detalladamente la topografía, se reconocen los cauces

actuales y los paleocauces; en las fotografías aéreas y en las observaciones desde el avión los mismos se reconocen como topografías de aspecto sinuoso que se diferencian nítidamente de las demás partes. Según el resultado de la observación, existen los paleocauces que están conectados a los cauces actuales, los que están conectados a zonas pantanosas, los que están cubiertos de palmares, los que están cubiertos de praderas y los que se presentan casi en forma de peladares, considerándose que su forma varía según la era en la cual se ha formado, espesor de la capa arcillosa (Nivel de agua subterránea) y otros. Los paleocauces de formación más antigua tienen menor continuidad que los que se formaron en eras más recientes, y se considera que la vegetación varía según la condición del agua subterránea y de la permeabilidad del suelo. Por otro lado, observando la clasificación de la vegetación, las zonas de montes se distribuye sobre gruesas capas arcillosas que se encuentran en el estrato superior; mientras en las zonas de campo la capa arcillosa del estrato superficial es de poco espesor, y en esta última frecuentemente se desarrollan los paleocauces con capa arenosa de buena permeabilidad<sup>13</sup>. Este tipo de paleocauces abundan en la zona norte del área de estudio y en los alrededores de Filadelfia, mientras en la zona central y sur del área abundan los que se encuentran cubiertos de palmares y tierras pantanosas.

Frecuentemente en los paleocauces se desarrollan los acuíferos con agua dulce, siendo por tanto una topografía importante.

#### b) Acuíferos

Los acuíferos de la Región del Chaco se clasifican en acuífero Chaco de las eras Terciaria y Caternaria y en acuífero Patiño del Período Cretáceo, ocupando los primeros la mayor parte de los acuíferos. Observando desde el punto de vista hidrogeológico, la formación Chaco puede ser clasificada en cuatro acuíferos según la estratigrafía y la calidad de agua (Cuadro 4.2.1 del anexo); en el nivel inferior se distribuye el acuífero Chaco Alto, luego el acuífero Chaco, y encima de los mismos se encuentra el acuífero Chaco Central y por último, el acuífero Bajo Chaco. Entre estos acuíferos, los que se distribuyen en el área de estudio son en su mayoría los acuíferos Bajo Chaco y Chaco, reconociéndose a penas en el extremo sur del área el acuífero Patiño.

##### ① Acuífero Chaco

El agua subterránea del acuífero Chaco fluye concordando con la

topografía básica, suponiéndose que el agua subterránea formada en la zona oeste del Chaco y en Bolivia, fluye en dirección hacia el sureste. Esta agua subterránea va derritiendo e incorporando gran cantidad de las sales evaporíticas contenidas en los acuíferos Chaco Alto y Chaco, razón por la cual, cuanto mayor es el tiempo de flujo, mayor es el contenido de las sales.

Es decir, el agua subterránea formada en la zona oeste del Chaco y en el vecino país Bolivia, tiene corto tiempo de permanencia en el acuífero Chaco Alto, por lo que es bajo el contenido de sales en ella; mientras en el acuífero Chaco que se encuentra más hacia el este, donde se encuentra también el área de estudio, la concentración de sales presenta valor muy alto. En el estudio de perforación realizado en esta ocasión (Cuadros 4.2.2 y 4.2.3 del anexo I), también se han observado lugares con concentración muy elevada de sales a partir del segundo acuífero que se sitúa entre 10m hasta 150m de profundidad, arrojando valores de 95.500 - 56.900 micromho/cm, que supera a la concentración de sales del agua marina.

En los cuadros 4.1.25, 4.1.26 del anexo se presentan los resultados de análisis de la calidad de agua subterránea y de los cauces. Tanto las aguas subterráneas como el agua de los cauces, son del tipo NaCl, y representando en el diagrama de llaves, la mayoría cae en la franja de Sales alcalinas no carbonatadas (Figura 4.2.2 del anexo).

En la parte superior de la formación Chaco se distribuye el acuífero Chaco Bajo que se compone de capas alternadas de varios metros de arena, limo y arcilla que tienen coeficientes de uniformidad bastante grandes. Sin embargo no se puede determinar la divisoria entre este acuífero y el acuífero Chaco que está en una posición inferior. El estrato arenoso que constituye el acuífero se compone de cuarzos pulidos de granulometría fina a muy fina, conteniendo a veces micas, yeso y minerales carbonatados. La capa arcillosa del estrato superficial tiene un espesor de hasta unos 10m. El agua subterránea de este acuífero (Primer acuífero) presenta una concentración de sales de unos 2.600 a 19.400 micromho/cm y el agua con relativamente bajo contenido de sales frecuentemente se encuentra entre los sedimentos de los paleocauces. El agua con alta concentración de sales se considera que se ha formado por influencia del agua salobre confinado, que tiene alta carga. Por otra parte, en determinados sectores existen masas de agua dulce que flota encima del agua salobre en forma de lente.



## ② Acuífero Patiño

En la zona que se sitúa al sur de Benjamín Aceval, se extiende el acuífero Patiño constituido de areniscas del período Cretáceo con inclusiones de las rocas basálticas. Las areniscas son rocas duras de color pardo claro con alto contenido de cuarzo, que tienen grietas. El agua subterránea del presente acuífero se encuentra entre dichas grietas, pudiendo encontrarse aguas de buena calidad con concentración de sales de 50-1.000 micromho/cm (Cuadro 4.2.4 del anexo).

## (3) Situación actual de uso del agua subterránea

### a) Uso del agua subterránea

En todo el Chaco existen más de 1.000 pozos perforados, concentrándose la mayoría de ellos en el Departamento de Boquerón. En los cuadros 4.2.5, 4.2.6 y 4.2.7 del anexo se presentan las situaciones de 1962<sup>2</sup> de los pozos mencionados, discriminados según su uso y su ubicación. De acuerdo a dichos cuadros presenta las siguientes características: ① Para agua de consumo tiene la conductividad eléctrica de 225 - 2.000 micromho, mientras para los ganados es de 2.040-8.000 micromho. Ambas son aguas de buena calidad; cuando supera los 8.000 micromho, ya no es usada para ninguno de los casos, ② Tanto el uso como agua potable como para ganados ocupan cada uno el 30% del total. ③ La profundidad del acuífero aprovechable disminuye a medida que se avanza desde noroeste hacia sueste, pero no es muy claro las características regionales de la concentración de sales. ④ En el Departamento de Presidente Hayes es mínima la profundidad del acuífero, mientras la concentración de sales es alta con 8.173 micromho/cm.

El acuífero Patiño es considerado como uno de los mejores. Este acuífero tiene agua dulce (Aunque en parte aumenta la concentración de sales durante el período de sequía), razón por la cual es usada como agua potable, para uso en las plantas fabriles y de consumo en general en Benjamín Aceval y en las cercanías de Asunción.

### b) Uso de tajamares

En los alrededores de Filadelfia se practica una peculiar forma de uso del agua subterránea. Esto consiste en infiltrar el agua de lluvia colectada, a través del fondo del tajamar hacia el acuífero del

subsuelo y bombear así el agua subterránea reforzada con agua de lluvia, a fin de utilizar como agua potable. Este tipo es denominado Tajamar de infiltración, para diferenciar con los tajamares de acumulación que se observan en distintas zonas del Chaco.

Los resultados de análisis de la calidad de agua de ambos tipos se presentan en el Cuadro 4.2.8 del anexo. El agua del tajamar de acumulación mide 129 - 713 micromho/cm, mientras en el tajamar de infiltración, el agua bombeada tiene 593 micromho/cm y el agua acumulada 218 micromho/cm, observándose un aumento en la concentración de sales del agua formada, debido a la influencia que ejerce sobre ella el aguasubterránea.

Sin embargo el agua acumulada que presentaba la turbidez, se transforma en agua cristalina mediante este proceso de infiltración.

Este método de formar artificialmente el agua subterránea, utiliza el acuífero no confinado de unos 10m de espesor que se desarrolla en los paleocauces y por lo general los tajamares tienen dimensiones de 60m x 30m, con una profundidad de agua de unos 3m. Son instalados varios pozos para bombear el agua, dentro o en las adyacencias del tajamar. La ventaja de este tipo de tajamar es que se verifica poca evaporación mediante la acumulación en el subsuelo, lográndose a la vez la disminución de la turbidez.

#### - Caso del tajamar de infiltración de Filadelfia -

El tajamar de infiltración utilizado actualmente se encuentra ubicado en un paleocauce. Este paleocauce que se encuentra en las cercanías del casco urbano tiene un ancho aproximado de 2Km. Sin embargo, de acuerdo al estudio detallado de perforación realizado en dicha zona<sup>9</sup>, el agua subterránea con CEF3.000 micromho se encuentra solamente donde hay el estrato arcilloso de menos de 3m en la parte superficial, con un ancho de menos de 500m, que se distribuye en forma de manchones. El espesor del estrato arcillo varía entre 1m y 10m; además, debajo del estrato arcilloso de gran espesor se encuentra el agua subterránea solobre. Por consiguiente, se considera que el acuífero apropiado para la construcción del tajamar de infiltración (Con el estrato arcillosos de poco espesor) que contiene el agua dulce se distribuye solamente en una sección muy limitada del paleocauce.

De acuerdo al estudio de seguimiento del volumen de agua que se forma en el tajamar de infiltración<sup>4</sup>, el espesor del estrato arcilloso o limoso de la superficie es de 1-4m y el estrato arenoso

del acuífero no confinado ocupa un espesor de unos 10m, del cual, unos 4m es el espesor de la capa de saturación del agua subterránea. El volumen de agua que se forma es de 0,7 a 115m<sup>3</sup>/día, siendo muy variable. Al calcular en base al mismo el coeficiente de permeabilidad, es de  $1,7 \times 10^{-6}$  a  $1,2 \times 10^{-4}$ , mostrando una amplitud bastante considerable. Por otra parte, el volumen de agua que se forma y el número de días son inversamente proporcionales; y la acumulación de agua durante un tiempo prolongado es probable que cause la obturación de los poros, entre otros (Figura 4.2.3 del anexo).

#### (4) Volumen de agua subterránea existente

##### a) Volumen de agua existente en el acuífero Chaco

La estimación de la existencia de agua subterránea se ha realizado en base al siguiente estudio y análisis.

##### ① Proporción del acuífero dentro del paleocauce

Mediante la interpretación de las fotografías aéreas y las cartas topográficas del área de estudio de escala 1/50.000 y las informaciones obtenidas del Departamento de Abastecimiento de Agua para el Chaco, han sido seleccionados 5 lugares en los paleocauces, en los cuales se han realizado las respectivas perforaciones y se ha estimado el estado de las aguas subterráneas. Además, en base a los resultados del mismo se ha calculado la proporción del acuífero que contiene el agua dulce y agua salobre (CEF4.000), con respecto a la longitud del paleocauce.

##### ② Proporción de distribución de los paleocauces

Considerando como área modelo para desarrollar, la zona que se encuentra al norte de Pozo Colorado (Superficie de 1.000Km<sup>2</sup>), se ha calculado la superficie de los paleocauces en base a la interpretación de las fotografías aéreas (Escala 1/60.000, año 1968) y en base a la misma se ha realizado el cálculo del porcentaje de distribución de los paleocauces.

##### ③ Fórmula para estimación del volumen de agua existente

En base a las consideraciones arriba descritas se ha calculado el volumen aplicando la siguiente ecuación.

$$\text{Volumen de agua subterránea existente} = \text{Sup. del área} \times \text{Proporción que ocupan los paleocauces} \textcircled{2} \times \text{Porcentaje de agua dulce} \textcircled{1} \times \text{Porosidad efectiva del acuífero}$$

Se ha limitado en CEF4.000 micromho/cm, la calidad de agua subterránea que se ha calculado teniendo en cuenta que generalmente

este es el valor límite del agua que se usa actualmente en el área de estudio para uso en la ganadería.

De acuerdo a este estudio, se ha reconocido que la proporción de superficie que ocupan los paleocauces es de 8,8% (Cuadro 4.2.9 del anexo); dentro de esto, los acuíferos que tienen el agua subterránea de CEF4.000 micromho/cm tiene un ancho de 200 - 300m y un espesor de 3 - 4,5m, siendo determinado en 6,7% el porcentaje que ocupan los acuíferos (Cuadro 4.2.10 del anexo I). En consecuencia, para el caso del área modelo que se considera una porosidad efectiva de 8%, se ha estimado en 1,4 millones de m<sup>3</sup> la existencia del agua (1.400m<sup>3</sup>/Km<sup>2</sup>) (Cuadro 4.2.9 del anexo I).

En el ensayo de bombeo se ha tenido el caudal específico del orden de 4,5m<sup>3</sup>/h/m y el coeficiente de permeabilidad es de unos  $2,3 \times 10^{-2}$  cm/seg aproximadamente.

El volumen calculado es el caudal de saturación del acuífero, que puede ser considerado como el volumen existente. En consecuencia, se debe considerar que el volumen de agua que puede ser bombeado es menor que este valor; además, los acuíferos de agua dulce del área considerada se distribuye en forma irregular, siendo difícil su determinación; también, el acuífero es de poco espesor y no es posible contar con una profundidad de agua aprovechable; por lo que se concluye que es muy difícil realizar la toma de agua del acuífero Chaco en forma planificada.

b) Volumen de agua subterránea que existe en el acuífero Patiño

La capacidad de los acuíferos de esta formación se presenta.

Su caudal específico no es muy grande, siendo el mismo 1m<sup>3</sup>/h/m, pero se estima que el espesor del acuífero mide más de 100m; además la calidad del agua también es buena con CE= 200-300 micromho/cm, por lo que será posible aumentar el caudal de bombeo aumentando el descenso del nivel de agua. Es decir, si se considera un 20m de descenso de nivel agua, será posible esperar un caudal de bombeo de 20m<sup>3</sup>/h.

El volumen de agua que tiene este acuífero es calculado en 14-28 x 10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>/Km<sup>2</sup>. pudiendo considerarse que este valor es el volumen máximo de agua subterránea que puede ser bombeado en forma continua. No obstante, normalmente el caudal real bombeable en el pozo es menor de la mitad de este valor. La extensión del presente acuífero en el área de estudio, de acuerdo al mapa geológico es por lo menos de 50km<sup>2</sup>, siendo grande el área que mantiene el agua. Pero es necesario

tener presente que en las adyacencias de este acuíferos se distribuye también el acuífero Chaco, y un sobrebombeo que haga descender el nivel de agua del acuífero, podrá atraer al agua salobre del acuífero Chaco.

### 1.3 Suelo y Uso de las Tierras

#### 1.3.1 Suelo

##### 1) Detalles del estudio

en el área de estudio son muy escasos los estudios e investigaciones del suelo y apenas se han realizado algunos estudios a lo largo de la Ruta Transchaco y las Colonias Mennonitas.

Se realizaron la recopilación de informaciones relacionadas con la especialidad y los estudios en el terreno dedicando especial atención a la determinación del suelo en el área de estudio. Los principales renglones de estudio fueron los siguientes.

- ① Recopilación complementaria, ordenamiento y análisis de las informaciones relacionadas con el estudio del suelo.
- ② Clasificación de las características del suelo y determinación de las propiedades fisicoquímicas dentro del área de estudio.
- ③ Encargo de las tareas de análisis y estudio del suelo y análisis de los resultados de los estudios.

Especialmente con motivo de encargar las tareas de análisis y estudios del suelo del punto ③, se seleccionaron previamente los puntos de estudio del suelo para aclarar las características básicas del suelo del área de estudio mediante los análisis fisicoquímicos.

El encargo de las tareas de análisis y estudio del suelo tanto para el Primer período como Segundo período del estudio, se confió al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Asunción; las principales tareas encomendadas fueron las siguientes.

[Tareas encargadas en el Primer período del estudio]

- ① Estudios de calicatas : 40 lugares
- ② Muestreo de testigos y análisis fisicoquímicos : 160 puntos

[Tareas encargadas en el Segundo período del estudio]

- ① Estudios de calicatas : 35 lugares
- ② Muestreo de testigos y análisis fisicoquímicos : 140 puntos

##### 2) Resultados de los estudios

## (1) Estudios del suelo, resultados de los análisis

Durante los estudios del Primer período se realizaron los estudios de calicatas en 41 lugares como se detalla en la Figura 4.3.1 y al clasificar los suelos según las normas de FAO/UNESCO, fueron 27 lugares con suelo Solonetz, 3 lugares con suelo Planosol, 3 lugares con suelo Xerosol, 4 lugares con suelo Regosol, 3 lugares con suelo Luvisol y 1 lugar con suelo Nitosol.

Además, durante los estudios del Segundo se realizaron los estudios de calicatas en el terreno en 35 lugares como se detalla en la Figura 4.3.2 del anexo, en torno a la zona supuesta como terreno apropiado para el desarrollo agrícola. Al clasificar los suelos según las normas de FAO/UNESCO, fueron 4 lugares con suelo Xerosol, 2 lugares con suelo Regosol, 8 lugares con suelo Solonetz, 13 lugares con suelo Luvisol, 3 lugares con suelo Gleysol y 5 lugares con suelo Planosol.

Al compararse los resultados de la clasificación de los suelos con los planos de la clasificación del suelo del estudio por sensores remotos, existen algunas diferencias en zonas complejas donde se mezclan los suelos, pero en general son casi coincidentes. En el Cuadro 4.3.1 del anexo se detallan los resultados de los análisis fisicoquímicos.

## (2) Características del suelo

### ① Xerosoles

Los Xerosoles son suelos desarrollados bajo condiciones áridas y existen en las zonas norte y noroeste del área de estudio. A 50cm de profundidad no hay agua disponible durante 180 días en la mayoría de los años ni están húmedas más de 90 días consecutivos.

Los Xerosoles se clasifican en Xerosol lúvico que presenta el estrato B con acumulación de arcillas y el Xerosol cálcico que presenta estratos con contenido de calcio hasta los 125cm.

### ② Regosoles

Los Regosoles se encuentran en el extremo norte y noroeste del área de estudio, principalmente en las Colonias Mennonitas y sus alrededores y están asociados a los Xerosoles. En las muestras se han reconocido el Regosol éutrico con saturación de bases orgánicas y de muy alta fertilidad. Es un suelo de buen drenaje, hasta si se quiere excesivo, ofreciendo una condición favorable para el desarrollo de las raíces de las plantas.

La textura es arenosa o franco arenosa, con baja capacidad de

retención de humedad. La mayor parte de este suelo, se encuentra en las Colonias Mennonitas y es apto para uso agrícola.

#### ③ Fulvisoles

Los Fulvisoles son suelos que se desarrollaron con la acumulación de sedimentos del estrato aluvial. Están formados por varias capas acumuladas en la zona de inundación periódica del Río Paraguay y Río Pilcomayo. El Fulvisol déstrico, hasta 20 - 50cm es similar a las características del Fulvisol éútrico que tiene una saturación de bases de menos de 50%, pero la saturación de bases de más del 50% y no tiene estrato de Ca. Tanto el éútrico como déstrico tiene una granulometría mediana, el pH es débilmente ácida en las capas superficiales y en los estratos inferiores es de neutro a débilmente alcalino con un contenido de base adecuado. A medida que se avance hacia los estratos inferiores aumenta el contenido de iones de Ca, Mg y Na. En los estratos inferiores es alto el contenido de Fe y Mn. Esto se debe a los efectos de reducción en los lugares próximos a las aguas subterráneas y aparecen los estratos con gleización de nivel acuífero alto.

#### ④ Luvisoles

Los Luvisoles tienen un horizonte argílico y se mantienen húmedos durante más de 180 días acumulativos y dentro de éste, se mantienen húmedos durante por lo menos 90 días consecutivos.

Los Luvisoles se clasifican en Luvisol gleico que se encuentra en la zona de posición topográfica depremida de Villa Hayes, y el Luvisol órtico que se encuentra en una posición topográfica más alta, presentando un color pardo a pardo claro.

#### ⑤ Nitosoles

En Benjamín Aceval y Villa Hayes fue confirmado el Nitosol dístrico que es un suelo profundo con buen desarrollo de horizontes y buena condición de drenaje. El color es rojo amarillento (7,5YR), con una saturación de bases inferior al 50% y un horizonte argílico.

Los nitosoles tienen una alta permeabilidad y la capacidad de retención del agua es bajo a mediano. El agua y las raíces de los vegetales penetran bien en la tierra, la aireación es también buena y el desarrollo de las raíces de los vegetales tienen suficiente profundidad. Es fácil también el cultivo mecanizado y el drenaje del agua excedente se realiza rápidamente.

El suelo es franco arenoso, la capacidad de intercambio iónico del



suelo es baja, en el área del grupo de raíces no existen sales de aluminio, carbonato de sodio y demás sodios intercambiables y dentro de la zona del Chaco se considera un suelo apropiado para la agricultura.

#### ⑥ Planosoles

Los Planosoles se desarrollan sobre una topografía llana y la capa superficial es fina. La granulometría es mediana, es un suelo lixiviado de textura granular porosa y en la parte inferior existe una capa argílica masiva o prismática. La velocidad de infiltración de este suelo es lenta, el drenaje es deficiente, es alta la capacidad de retención de agua, presenta permanentemente un estado de deficiencia de oxígeno y el desarrollo de las raíces no es buena. En el caso de este suelo en los lugares bajos o depresiones, el agua queda retenida por largos períodos.

Por lo tanto, es necesario que se controle el estancamiento del agua mediante el drenaje para evitar la acumulación del agua en las capas superficiales y capas subyacentes. Mediante estas mejoras, se posibilita el aprovechamiento agrícola.

#### ⑦ Solonetz

Los Solonetz son suelos de sales de estrato de sodio B desarrollado formado por capas de acumulación de arcilla con alto contenido de sodio intercambiable. En algunos casos, corresponden a este suelo el horizonte de la subcapa superficial con alto contenido de sodio intercambiable y el estrato superficial.

El contenido de sodio intercambiables es del 15% o mayor y excede la capacidad de intercambio de ion positivo. En un estado de saturación de sodio tan alto como éste, se pierde la estabilidad y el horizonte pierde cada vez mas la permeabilidad.

Por esta razón, después de las lluvias, el agua de lluvia se mantiene en la capa superficial aunque las precipitaciones fueran escasas, la filtración es reducida y aumenta la evaporación.

#### ⑧ Gleysoles xx

Los Gleysoles son suelos hidromórficos con drenaje deficiente que posee estatos gleizados, siendo suelos típicos de las zonas de desbordes de los cauces.

En este tipo de suelo, las tierras son sometidas frecuentemente al uso extensivo, destinándose al pastoreo en época que no es afectada por la inundación.

### (3) Aptitud de los suelos para el desarrollo agropecuario

Sobre la base de los resultados del estudio del suelo, se considera lo siguiente con respecto a la aptitud de los suelos de la zona de estudio para agricultura y ganadería.

a) Suelos apropiados para el desarrollo agrícola

Dentro de los suelos del área de estudio, los más aptos para la agricultura son los Regosoles, Xerosoles, Luvisoles y Nitosoles. Los Nitosoles se distribuyen en las zonas suburbanas de Asunción y se distribuyen además en el noroeste de la zona de estudio. Asimismo, desde el centro al sur del área de estudio se distribuyen los Solonetz.

① Sector del margen derecho del Río Paraguay

En este sector se distribuye el Fulvioso útrico formando bandas. Este suelo presenta altos riesgos de erosión debido al drenaje, es lenta la velocidad de filtración del drenaje, es deficiente el drenaje y se inunda con frecuencia. La profundidad eficaz es muy somera siendo de un grado mediano y el contenido de agua de los respectivos estratos del perfil presenta un estado de exceso.

Por lo tanto, incluso en este sector es necesario que se controle el estancamiento del agua mediante el drenaje para prevenir la acumulación del agua en la capa superficial y las capas subyacentes. Mediante estas mejoras, se posibilita el aprovechamiento agrícola.

② Sector suburbano de Asunción

En este sector se distribuyen los Planosoles, Nitosoles y Gleysoles.

③ Sector norte de Pozo Colorado

En este sector se distribuyen los Luvisoles al igual que en el sector sur.

④ Sector sur de las Colonias Mennonitas

En este sector se distribuyen los Regosoles, Xerosoles, Luvisoles y Fulviosoles.

⑤ Sector este de las Colonias Mennonitas

En este sector se distribuyen los Regosoles, Xerosoles y Luvisoles al igual que el sector sur y el aspecto del suelo es prácticamente igual que el sector sur.

b) Suelos aptos para el desarrollo ganadero

Desde el centro hacia el sur del área de estudio, considerado apto para el desarrollo ganadero, se distribuyen los Solonetz.

### 1.3.2 Uso de las tierras

#### 1) Detalles del estudio

Se realizaron las recopilaciones de informaciones relacionadas y los estudios en el terreno con especial énfasis en la determinación de la situación actual del área de estudio y la determinación de la situación del uso de las tierras. Debido a que la zona de estudio ha registrado grandes precipitaciones con una intensidad fuera de lo habitual, no fue posible el acceso a los ramales (camino de tierra) de las rutas troncales asfaltadas salvo después de varios días seguidos de sol y los estudios fueron muy dificultosos ya que existían mayores dificultades para avanzar más allá de los ramales. Los principales detalles del estudio fueron los siguientes.

- ① Recopilación complementaria, ordenamiento y análisis de las informaciones relacionadas con el uso de las tierras
- ② Comprobación de las suposiciones sobre el uso de las tierras y estudios de la situación actual sobre la base de los mapas de clasificación de posibilidades del uso de las tierras realizados por los estudios por sensores remotos y los resultados de los estudios de la Fase I
- ③ Coordinación con los organismos pertinentes del Gobierno del Paraguay sobre los sectores de tenencia de tierra.
- ④ Estudio de la situación actual de los caminos

#### 2) Resultados de los estudios

##### (1) Vegetación y situación actual del uso de las tierras

En estos últimos años ha avanzado el uso de las tierras en las Colonias Mennonitas, existiendo considerables áreas que ya están en uso para la agricultura, pese a que en el estudio por sensores remotos no hayan sido consideradas como tal. En las demás zonas, casi no existen diferencias entre el resultado del estudio por sensores remotos y la situación actual del uso de las tierras.

En el cuadro 4.3.2 del anexo se presenta la situación actual de la vegetación y de uso de las tierras. Además, en la Figura 4.3.3

del anexo I se presenta el estado de distribución de los bosques.

La situación actual del uso de las tierras según el estudio por sensores remotos es como se describe a continuación.

- ① Las tierras boscosas ocupan casi la mitad del área de estudio y se distribuyen en toda la zona de estudio, excepto la parte sudeste de la misma, ocupando una superficie de aproximadamente 3.300.000ha.
- ② Las tierras agrícolas (son tierras agrícolas aparcadas que incluyen campos de pastoreo) tienen aproximadamente 200.000ha de superficie y dentro del área de estudio se distribuyen en las Colonias Mennonitas (con cultivos de algodón, maní, etc.) y los suburbios de Asunción (con cultivos de caña de azúcar, hortalizas y frutales).
- ③ Los pastizales secos (pastizales secos que no se inundan y se observan en las tierras levementes altas) tienen aproximadamente 800.000ha de superficie y se distribuyen en casi toda la zona de estudio.
- ④ Los pastizales secos que durante la época de lluvias se convierten en pastizales húmedos (estado de inundación) y en tierras pantanosas (estado cubierto por el agua) llegan a aproximadamente 900.000ha y se distribuyen principalmente en la mitad sur de la zona de estudio.
- ⑤ Los pastizales húmedos y los pastizales húmedos que se convierten en tierras pantanosas en la época de lluvia, llegan a aproximadamente 1.550.000ha y se distribuyen principalmente en la parte central del área de estudio.
- ⑥ Las tierras pantanosas son aproximadamente 550.000ha y se distribuyen principalmente en la cuenca superior del Río Pilcomayo y en la ribera del Río Paraguay.

## (2) Estado de las inundaciones

Las zonas de tierras pantanosas continuas debido a la inundación provocada por las precipitaciones y el desbordamiento de los ríos aún durante la época seca (junio - agosto), son la zona de inundación del Río Pilcomayo (en la cuenca superior del Río Monte Lindo y Confuso), la ribera del Río Paraguay y la zona baja que se encuentra entre los ríos Monte Lindo y Negro. La superficie de estas zonas es de aproximadamente 1.100.000ha, ocupando el 15% de la zona de estudio (Figura 4.3.4 del anexo).

Durante la época intermedia entre la época de lluvias y la época seca, el desbordamiento del Río Pilcomayo se extiende hasta las cuencas superiores de los ríos Confuso, Monte Lindo y Verde, observándose incluso en el curso inferior del Río Verde y el Riacho Yacaré Norte.

La superficie es de aproximadamente 1.300.000ha, ocupando el 18% del área de estudio.

Durante la época de lluvias (noviembre - abril), se observan las inundaciones en el curso superior e inferior del Río Confuso, curso superior del Río Monte Lindo, curso medio del Río Verde y en la ribera del Río Paraguay. La superficie es de aproximadamente 1.800.000ha, ocupando el 25% del área de estudio.

### (3) Estado de los caminos

#### a) Estado de los caminos del área de estudio

Los caminos del área de estudio son: ① La Ruta 9 que parte de Asunción y pasando por Pozo Colorado sigue hacia Filadelfia, ② La ruta de terraplén que enlaza Pozo Colorado con General Díaz, ③ La ruta de terraplén que enlaza Pozo Colorado con Concepción, ④ La Ruta 12 que une Asunción con Rojas Silva, y otros. Entre estos caminos, la única ruta pavimentada y transitable durante todo el año es la Ruta 9; mientras los demás caminos resultan intransitables durante la lluvia o después de ella, clausurándose durante dos o tres días para dar seguridad al tráfico y para los efectos de la conservación. Con respecto a la ruta de terraplén que se extiende entre Pozo Colorado y Concepción, indicada en el punto ③, actualmente se está realizando la obra de pavimentación, previéndose su mejoramiento como uno de los caminos troncales del área de estudio.

#### b) Estado de la ruta entre Pozo Colorado y General Díaz

La ruta entre Pozo Colorado y General Díaz es un camino que tiene 8m de ancho y una extensión de 180km. Pasa por las localidades de Tajamar a la altura del km 65 y Ávalos Sánchez a la altura del km 124 y llega a General Díaz. En los días de lluvia se clausura el tránsito bajándose la barrera que se encuentra en Pozo Colorado que es el punto de partida de la ruta, debiendo esperarse 2 ó 3 días hasta que se restablezca el estado de la ruta. Esta ruta no tiene tanto tránsito. La propia localidad de General Díaz no es tan grande y no tiene muchos establecimientos importantes, por lo que no es muy bueno

el grado de acondicionamiento del camino. En el km 146 y km 157, el camino está más bajo que las zonas circundantes, razón por la cual es deficiente el drenaje y el tránsito por estos puntos resulta difícil hasta que transcurran varios días de buen tiempo. En la parte urbana de la localidad de General Díaz es también precario el estado del camino, creándose dificultades para el tránsito.

c) Estado de la ruta entre Cruce de los Pioneros y Tajamar

La ruta entre el Cruce de los Pioneros y Tajamar tiene una extensión de 104km. Es un camino de 12,5m de ancho que sale desde Cruce de los Pioneros, se dirige hacia el sur pasando por las Colonias Mennonitas y Para Todo del km 73 y llega a Tajamar. En este tramo existen muchas tierras agrícolas y la ruta pasa entre numerosos establecimientos agropecuarios. Debido a que el tránsito es ligeramente menor, la ruta es menos ancha entre Para Todo y Tajamar (el ancho del tramo Cruce de los Pioneros - Para Todo es de 12,5m y del tramo Para Todo - Tajamar es de 9m). Sin embargo, el camino se mantiene en buen estado con el uso de las motoniveladoras. Las ligeras lluvias no obstaculizan el tránsito, siendo rápido también el restablecimiento del estado después de la lluvia.

d) Estado de la ruta entre Pozo Colorado y Concepción

La extensión total de la ruta Pozo Colorado - Concepción es de 146km. Hasta los 40km de Pozo Colorado está terminada la construcción de la base y el terraplén, estando concluida la pavimentación asfáltica hasta el km 35 (con ancho de calzada de B = 6,4m). Por otra parte, en el lado de Concepción está también concluido el asfaltado entre el km 129 y km 146. Los demás tramos son de tierra, siendo precario el estado del tramo entre km 59 y km 95. Sin embargo, en los tramos donde aún no se realizaron las pavimentaciones, están colocadas las alcantarillas de tubo de hormigón en varios lugares críticos. En estos tramos, quedan frecuentemente inmovilizados los camiones que transportan las mercaderías necesarias para la vida de los habitantes y productos agropecuarios y en muchos casos deben pernoctar dos o tres días. Debido a que las adyacencias de este tramo se convierten en tierras pantanosas durante la época de lluvias, abundan las tierras con densa vegetación de palmeras. Sin embargo, a medida que va mejorando el camino, va avanzando gradualmente el desarrollo, tanto del lado de Pozo Colorado como Concepción. En el km 49 existe una estación de servicios, mientras que

en los km 48, 64, 83, 85, 86 y 93 existen establecimientos ganaderos y en el km 83 se observa una zona de desmonte.

e) Estado de la ruta entre Asunción y Cruce de los Pioneros

El tramo entre Asunción y Cruce de los Pioneros tiene pavimento asfáltico con un ancho de calzada de  $B = 6,2m$  con una extensión de 410km. Se llega al Cruce de los Pioneros pasando por el Riacho Aguaray Guazú en el km 117, Río Negro en el km 153, Río Monte Lindo en el km 210, la localidad de Pozo Colorado (desvío a Concepción en el km 269 y el desvío a General Díaz en el km 280) y el Río Verde en el km 325.

Como esta ruta está pavimentada, no existen inconvenientes para el tránsito durante los días de lluvia, y debido al escaso tránsito de vehículos pesados como los camiones pesados, camiones cisternas y otros, es leve el deterioro y la conservación del camino es mejor que en las demás rutas del país.

Dentro del tramo de la Ruta 9, del km 25 al km 420 atraviesa la zona de estudio. Cuando se registran las lluvias, en el tramo entre km 284 y km 285 quedan frecuentemente inundadas las zonas adyacentes a la ruta.

(4) Estado de tenencia de tierras

Según las informaciones obtenidas durante las coordinaciones con el Instituto de Bienestar Rural (IBR) que está a cargo de la tenencia de las tierras, en la zona del Chaco se encuentra atrasada la determinación de la situación real si se compara con la zona este del Paraguay y especialmente en el área de estudio, la realidad es que no se ha podido determinar con exactitud la situación real de la tenencia de tierras en el Departamento Presidente Hayes. Actualmente, acaba de iniciarse el estudio de la situación de tenencias de tierras con un plazo previsto de dos años, se ha considerado imposible contar con los datos referentes a la tenencia de tierras durante el período de realización del presente estudio. Por tanto, se ha evitado solicitar más datos referentes a la situación de la tenencia de tierras para el presente proyecto.

(5) Estado del desarrollo de tierras agrícolas

Las tierras agrícolas del área de estudio (incluyendo los pastizales clasificados como tierras agrícolas) se distribuyen en las Colonias Mennonitas donde se cultiva el algodón y el maní y los

suburbios de Asunción donde se cultiva la caña de azúcar, hortalizas y frutas. En estas zonas se viene realizando desde antes el desarrollo de las tierras agrícolas, y especialmente en Filadelfia y Loma Plata, se crearon las Colonias Mennonitas entre 1920 - 1940. Como métodos de desmonte que se practican desde ese entonces, existen cuatro procedimientos.

- ① El primer método consiste en efectuar el destronque con dos tractores con topadora separados 30 - 40m entre sí y tendiendo una cadena. Después que los árboles estén bien secos se queman entre los meses de setiembre - octubre. Aunque el uso de máquinas permite el rápido desmonte y acorta el período de los trabajos, no puede ignorarse la destrucción del ecosistema vegetal y zoológico y el aumento de los costos de las máquinas.
- ② El segundo método varía según el tamaño y volumen de los árboles, pero consiste en realizar el destronque con un tractor con topadora abriendo el terreno con un ancho de 35m. Después de este procedimiento, generalmente se recogen las raíces de los árboles con la labor humana, se efectúa el arado y se siembra como campo de pastoreo colocando los rodillos en las sembradoras. Con el uso de los tractores con topadora, las tareas son rápidas y es posible acortar el período requerido para el desmonte, pero también presentan los defectos del desplazamiento de la capa superficial durante las tareas y el alto costo de las máquinas.
- ③ El tercer método consiste en pisar y desintegrar los árboles con una máquina de 40t de peso denominada pisamonte y quemarlos después de unos 15 días. Esta máquina tiene una capacidad de trabajo de 1,4ha/hora. A pesar de que es el método más económico, no se obtiene una madera vendible y la operación del pisamonte se dificulta debido a su enorme peso.
- ④ El cuarto método consiste en usar las hachas derribando los árboles y abriendo los montes con la labor humana. Los árboles derribados se cortan a aproximadamente 1m de largo y se realiza el trabajo de 4 - 5m<sup>3</sup> por día/hombre para vender los rollos cortados. Normalmente se realiza el desmonte de 130 - 150m<sup>3</sup>/ha produciéndose aproximadamente 60t/ha de madera (calculada a 1m<sup>3</sup> = 0,41t). Debido a que después de 3 - 4 meses del desmonte se pierde alrededor del 20% del peso de la madera, es necesario que se apure la venta. Al no usarse máquinas pesadas para este método, se protege la tierra superficial, permite dejar los árboles que no



deben cortarse, posibilitando la venta como madera, pero el rendimiento de las tareas es bajo por depender de la labor humana y tiene la desventaja de que no pueden entrar las máquinas por quedar las raíces y las cepas de los árboles.

en el área de estudio existen muchas granjas pertenecientes a los grandes terratenientes quienes cuentan con sus respectivos tractores con topadora y tractores necesarios para el desarrollo de tierras agrícolas usados para el desmonte, transporte de madera, equipamiento de las granjas y campos agrícolas y para el mantenimiento y conservación de los caminos.

Con el mejoramiento de las características de las máquinas, el aumento de unidades en propiedad y con el uso de estas máquinas se ha tornado ahora más fácil el desarrollo de tierras agrícolas, pero pensando en el uso como tierras agrícolas después del desmonte, debe evitarse en lo posible el desplazamiento de la tierra superficial.

#### (6) Clasificación de las tierras

Previo al presente estudio, se ha realizado el estudio de sensores remotos, siendo elaborados los siguientes mapas temáticos. ① Imágenes en falsos colores correspondientes a los períodos seco y lluvioso (Escala 1/250.000), ② Mapas de vegetación y de uso de las tierras correspondientes a los períodos seco y lluvioso (Escala 1/250.000), ③ Mapa de clasificación de los suelos (Escala 1/250.000), ④ Mapa de distribución de tierras pantanosas correspondientes a los períodos seco, intermedio y lluvioso (Escala 1/250.000) ⑤ Mapas de variación de tierras pantanosas (Escala 1/250.000) y ⑥ Mapa de clasificación de las tierras (Escala 1/250.000).

Además, a partir de estos mapas temáticos fueron elaborados: ① Mapa de clasificación de las posibilidades de desarrollo, ② Mapa de clasificación de la productividad de los suelos (Fertilidad, riego de toxicidad por exceso de sodio) y ③ Mapa de clasificación de las posibilidades de uso de las tierras (Tierras de cultivo, praderas, usos generales).

A través del presente estudio se ha realizado la verificación de los diversos mapas de clasificación de las tierras aprovechando los mapas diversos mapas de clasificación de las tierras aprovechando los mapas temáticos y de clasificación, teniendo en consideración igualmente; ① Topografía (Cota, pendiente), ② Estado actual del uso

de las tierras y vegetación, ③ Suelo, ④ Estado de inundación, ⑤ Medio ambiente y otros. Como resultado de tal verificación no se han observado diferencias significativas.

(7) Clasificación del uso de las tierras

La clasificación del uso de las tierras se ha definido en base a los mapas de clasificación de las posibilidades de uso de las tierras elaborados a través del estudio de sensores remotos, y considerando los aspectos tales como suelos, estado de las tierras pantanosas, vegetación y situación del uso de las tierras,

se ha realizado la discusión con la parte paraguaya para seleccionar: ① Zonas que no serán objetos de desarrollo en el presente proyecto, ② Zonas de reserva ecológica, ③ Zonas con bajo potencial para el desarrollo. Basándose en la política y las pautas del Gobierno del Paraguay, se ha determinado noconsiderar como objetos de desarrollo las tres zonas que se mencionan a continuación. El mapa de clasificación del uso de las tierras elaborado en base a los criterios arriba mencionados se presenta en la Figura 4.3.2.

a)

(a) Zonas definidas como parques nacionales (280.000ha)

En todo el Paraguay existen 16 lugares designados por ley como reservas ecológicas, entre las cuales corresponde al área de estudio el Parque Nacional Tinfunqué.

(b) Areas de reserva ecológica

A través del estudio realizado por las direcciones de Medio Ambiente y de Recursos Naturales del Ministerio de Agricultura y Ganadería y la Fundación Chaco Paraguayo, iniciado el año pasado con una duración de dos años, han sido estudiadas las "Areas que deberán ser protegidas prioritariamente en la Región Occidental del Paraguay", 14 de las cuales están comprendidas en el área de estudio del presente proyecto. Si bien en la actualidad no están determinadas por leyes estas áreas a ser protegidas, teniendo en cuenta la importancia que revisten tales áreas, se ha definido en este estudio como áreas de reserva ecológica una extensión de 1.736.000ha.

(c) Zonas designadas como patrimonios culturales tales como los lugares históricos (La superficie que debe ser protegida no está

claramente especificada).

Según datos de la Dirección de Parques Nacionales y Monumentos Históricos del Ministerio de Defensa Nacional, en el Paraguay existen muchos lugares históricos de la Guerra del Chaco de la década de 1930 designados como patrimonios culturales, cuya protección, recuperación o restauración son reglamentadas a través de la ley 946.

En el Chaco existen 12 patrimonios culturales que deben ser protegidos; además, dentro del área existen 9 fortines de la época de guerra mencionada como: ① Fortín Sorpresa (Adolfo Rojas Silva), ② Isla Poí o Villa Militar, ③ Fortín Boquerón, ④ Fortín Nanawa, ⑤ Fortín Gondra, ⑥ Fortín Muñoz, ⑦ Fortín Arce, ⑧ Fortín Falcón y ⑨ Pozo Favorito, pero las superficies de estos lugares que deben ser conservados no están claramente especificadas. En la Figura 4.3.5 se presenta el mapa de ubicación de estos lugares históricos considerados como patrimonios culturales.

La superficie de los lugares que no serán objetos de desarrollo suman 765.000ha, lo cual representa casi el 10% del área de estudio.

(d) Zonas con bajo potencial para el desarrollo

Teniendo en cuenta la dificultad de realizar la explotación agropecuaria en los lugares inundados durante todo el año, y considerando el aspecto de la preservación del medio ambiente, las zonas inundadas permanentemente, que suman 1.786.000ha han sido consideradas como zonas con bajo potencial para el desarrollo. Igualmente, una extensión de 29.000ha representada por los cauces y lagunas, ha sido objeto del mismo tratamiento.

(e) Zona de la colonia Mennonita (405.700ha)

La no inclusión de esta zona se debe a: ① La mayor parte de estas colonias ya se encuentra desarrollada, estando además ya planificado el desarrollo de las zonas que quedan aún en las colonias, ② Estas colonias presentan una estructura social y un sistema muy peculiar.

(f) Parte de las zonas aledañas a la Colonia Mennonita que es una zona de protección indígena (55.300ha)

Por otra parte, estas colonias engloban también las tierras para la protección de los indígenas que se encuentran en sus entornos, pero con respecto al tratamiento a dar sobre estas tierras, será definido a través de las discusiones que se harán en lo sucesivo.

b) Zonas objeto del proyecto de desarrollo

Las zonas objeto del proyecto de desarrollo son presentadas en el punto 6.2.2

(8) Situación actual de las zonas objeto del proyecto de desarrollo

a) Zonas objeto del proyecto de desarrollo agrícola

① Zona de la ribera derecha del Río Paraguay

Se compone de 3 bloques a lo largo de la ribera derecha del Río Paraguay, la altura sobre el nivel del mar es de aproximadamente 80m con pocos altibajos y la superficie del sector es de 52.000ha.

Corresponde al suelo de Fulvisoles pero es una zona donde se requieren las medidas de drenaje por existir zonas de inundación en la cuenca superior del Riacho González y Riacho San Carlos y además, forman zonas pantanosas o pastizales húmedos debido a las inundaciones en determinadas épocas del año por los grandes efectos del desbordamiento del Río Paraguay. Por otra parte, como medio de transporte de este sector, están desarrollados los caminos que se comunican con los puertos Pinasco, Cooper y Colón de las riberas del Río Paraguay, registrando actualmente una densidad de aproximadamente 100m/km<sup>2</sup> de rutas principales.

② Sector suburbano de Asunción

Corresponde a la zona que incluye a Benjamín Aceval y Villa Hayes de los suburbios de Asunción, tiene una altura sobre el nivel del mar de aproximadamente 60 - 100m y una superficie de 24.000ha.

El suelo pertenece a los Nitosoles y Planosoles. Además de cultivarse la caña de azúcar, esta zona se compone de pastizales naturales. Además, existen parcialmente zonas que en determinados períodos del año se transforman en tierras pantanosas donde se requieren medidas de drenaje.

③ Sector norte de Pozo Colorado

Está ubicado a aproximadamente 320km de Asunción al norte de Pozo Colorado, tiene una altura sobre el nivel del mar de aproximadamente 95 - 110m con una superficie de 76.000ha.

El suelo pertenece a los Luvisoles. Existen pastizales naturales y algunas tierras pantanosas en determinados períodos del año, pero la mayor oeste a este el Río Verde y aunque existen caminos que corren paralelamente a este río, sus condiciones no son tan buenas.

④ Sector Sur de las Colonias Mennonitas

Es el sector ubicado desde el sur de las Colonias Mennonitas hasta los alrededores de Avalos Sánchez, tiene una altura sobre el nivel del mar de aproximadamente 115 - 135m y una superficie de 65.000ha.

El suelo pertenece a los Xerosoles, Regosoles y Fulviosoles. Actualmente, además de existir una parte de pastizales naturales, prácticamente es una zona boscosa.

Las condiciones del camino de este sector son relativamente buenas con rutas que se comunican con las Colonias Mennonitas y Pozo Colorado.

La densidad de los caminos principales es de aproximadamente 140m/km<sup>2</sup>.

⑤ Sector este de las Colonias Mennonitas

Se compone de 3 bloques de los alrededores de la parte este de las Colonias Mennonitas, tiene una altura sobre el nivel del mar de aproximadamente 105 - 130m y una superficie de 164.000ha.

El suelo pertenece a los Xerosoles, Regosoles y Fulviosoles.

Salvo una parte de pastizales naturales y bosques ralos con arbustos bajos, la mayor parte es zona boscosa.

No se advierten zonas inundadas.

A pesar de que este sector es colindante con las Colonias Mennonitas, los caminos no están acondicionados y actualmente tiene una densidad de caminos principales de aproximadamente 110m/km<sup>2</sup>.

b) Zonas objeto del proyecto de desarrollo ganadero

Como suelo se distribuyen los Planosoles en el norte del sector, pero prácticamente pertenece a los Solonetz. En el sector existen tierras pantanosas en determinados períodos del año, existen algunos bosques ralos y bosques de arbustos bajos, pero la mayor parte está formado por pastizales naturales y zonas boscosas.

Existen lugares que se aprovechan para la ganadería. La superficie del sector es de 2.603.000ha y la disposición actual de los caminos principales tiene una densidad de aproximadamente 80m/km<sup>2</sup>, aunque son escasos los caminos existentes dentro del área de estudio.

#### **1.4 Medio Ambiente y Conservación de tierras agrícolas**

El contenido es mismo que "4.4 Conservación del ambiente tierras agrícolas" en Informe Principal.

## 1.5 Riego y drenaje

### 1.5.1 Riego, drenaje y manejo de agua

#### 1) Detalles del estudio

A través del análisis de datos existentes, estudio en el campo y el sobrevuelo del área de estudio, se ha procedido a determinar las causas del deficiente drenaje. Así mismo, mediante las entrevistas a los agricultores y la visita a las instituciones de investigación pertinentes, se ha procedido al estudio de la situación actual del riego y drenaje.

#### 2) Resultados del estudio

Prácticamente en casi todo el área de estudio no existen instalaciones de riego y drenaje construídas en forma sistemática; y en consecuencia, tampoco se tiene en cuenta el concepto de manejo de agua. No obstante, en ciertos sectores del área existen experiencias de logro de buenos resultados en la realización de drenaje mediante la instalación de canales de drenaje que fueron construídos con el propósito de hacer posible el uso de las maquinarias agrícolas; o de otros casos, en que se ha procedido a represar los cauces para obtener el agua para ganados, lo cual ha provocado la salinización de las tierras agrícolas de las adyacencias. Estos hechos han conducido a que se creara una mayor conciencia con respecto al manejo del agua en las tierras agrócolas. La situación del área y los resultados de las entrevistas son como se presentan a continuación.

#### (1) Colonias Mennonitas

De acuerdo a la entrevista realizada en el Servicio Agropecuario de las Colonias Mennonitas en Loma Plata, no se tiene experiencia alguna de realización de riego y drenaje en forma sistemática en las colonias, pero existen casos de represamiento de los cauces naturales realizados por los agricultores en forma individual, a fin de obtener el agua para los ganados. Sin embargo, al realizar el represado, se origina la percolación del agua almacenada, haciendo que el agua salobre que se encuentra en el subsuelo ascienda hasta la superficie del suelo, lo cual no solamente hace que el agua sea inapropiada para el consumo por los ganados debido al aumento de la concentración de

sales, sino que provoca también la degradación de las tierras agrícolas de las zonas adyacentes, a causa de la elevación del nivel de agua subterránea de las mismas. Por las razones mencionadas, actualmente se están realizando las acciones tendientes a eliminar las represas de este tipo, instaladas principalmente en la cuenca del Río Verde.

Si bien no está claramente determinada la superficie de las tierras agrícolas afectadas por la salinización en dichas colonias, realizando la estimación en base a la disminución de rendimiento de las cosechas, es de suponer que cerca de 1/3 de las tierras agrícolas ya se encuentra degradada. Ante estas experiencias, tienen juicios bastante críticos con relación al riego y opinan que si se pretende realizar el riego, la única manera es adoptar el método de suministrar el agua solamente al área radicular del cultivo, por lo que deberá ser el sistema de riego por goteo controlado por computadora, que suministra el agua midiendo automáticamente la humedad del área de distribución del sistema radicular. Al realizar la estimación del costo de este método, si se considera una unidad de 3ha, el mismo asciende a US\$4.000/ha, lo cual indica evidentemente que con la actual administración agrícola no será rentable. Con respecto al drenaje, también tienen opiniones sumamente pesimistas debido a que el suelo de las colonias Mennonitas casi no presentan pendientes y el agua drenada no puede ser evacuada.

Hace algunos años se ha practicado el riego por goteo en forma experimental en una parcela de media hectárea. Los principales cultivos irrigados fueron el algodón y el maní, utilizándose como fuente el agua bombeada del tajamar a un tanque australiano instalado en un sitio alto de la zona. Lastimosamente los resultados de este ensayo no han sido evaluados.

## (2) Chacra Experimental de las colonias Mennonitas

Esta se encuentra en la colonia Fernheim. Este sitio ha sido escogido teniendo en cuenta que su suelo es representativo de las tierras agrícolas existentes en las colonias Mennonitas. El objetivo de la Chacra Experimental es la realización de ensayos de adaptabilidad de los cultivos anuales y permanentes, pasturas y especies forestales para rompevientos y por tanto no se realizan los ensayos de condiciones culturales ni de nivel de incorporación de



insumos. En consecuencia, no tienen antecedentes de realización de ensayos relativos al riego y drenaje; siendo la única forma de uso de agua que se realiza en la dicho establecimiento, la aspersión del agua acumulada en la parte más baja en los viveros para mudas de especies para rompevientos.

(3) Estación Experimental Chaco Central (Ministerio de Agriculyura y Ganadería - GTZ)

Esta estación ha sido inaugurada oficialmente en junio del presente año, pero la actividad se ha iniciado desde hace aproximadamente un año, realizando los ensayos de adaptación de los cultivos que se consideran apropiados para el Chaco Central que son introducidos de los diversos lugares del mundo (Especialmente de Australia). Se realizan también los análisis del suelo, detectándose la deficiencia de materia orgánica y fósforo. También se ha observado que la estructura del suelo de las tierras agrícolas son malas debido a la compactación. No tiene plan alguno para introducir el riego y drenaje en la estación.

Los edificios de la estación están diseñados para captar y almacenar las aguas de lluvia a fin de aprovechar como agua de consumo para los funcionarios. En el pabellón de la estación están instalados cuatro unidades de aljibe de 90m<sup>3</sup> cada uno, para una superficie cubierta de 2.500m<sup>2</sup>. Además, para las 11 viviendas de funcionarios están instalados 6 unidades de aljibe. Aparte de las mencionadas, la estación no cuenta con otra instalación de suministro de agua.

(4) Tierras de cultivo del ingenio azucarero de Benjamín Aceval

El ingenio azucarero que existe en esta zona (Censi y Protta) está operando desde hace cerca de 100 años. Está procesando la caña de azúcar unas 1.500ha de caña de azúcar cultivada por los agricultores de la zona, incluyendo las 350ha de propiedad del ingenio.

En el año 1986 se ha realizado ensayo de riego por surco en las parcelas del ingenio, pero no se ha realizado la evaluación técnica ni económica. En el ensayo se ha utilizado el agua del tajamar que se encuentra en la adyacencia del predio de la planta azucarera y se

ha adoptado el método de conducir el agua bombeada a los canales de tierra que se encuentran dentro de las parcelas experimentales y derivar a las diversas fracciones de la misma por medio de presa de madera móvil instalada en el canal conductor (Interpretación hecha en base a la única fotografía que queda en el ingenio azucarero).

En las tierras de cultivo de propiedad del ingenio (350ha) existen los canales de drenaje con una longitud total de 10Km que en determinados sectores son drenes subterráneos, pero no está funcionando debidamente. El objetivo de drenaje en este caso es para posibilitar la operación de las maquinarias dentro de las parcelas de cultivo y no es para el mejoramiento de la tierra. La profundidad de los canales de drenaje mide 0,8m pero en determinados lugares llega a superar 1,0m. El control y el mantenimiento de los canales de drenaje se practica una vez por año. Hace algunos años se han instalado los drenes subterráneos en una fracción de tierra de cultivo de unas 3 ha de extensión. Sin embargo, de acuerdo a las observaciones realizadas en el lugar, no se está logrando el drenaje esperado. Este dren subterráneo tiene una profundidad de 1.0m y están dispuestos con intervalos de 50m. La instalación del mismo se ha realizado con trabajos manuales y estructuralmente consta de una zanja que mide 1,0m de profundidad, 0,3m de ancho en el fondo y 1.0m de ancho en la superficie, con carga de piedra desde el fondo hasta unos 0.5m de altura; sobre la cual lleva la carpa de plástico y la cobertura de tierra. Considerando en 200m la longitud del dren subterráneo (Considerando un intervalo de 50m entre drenes) y realizando el cálculo en base al jornal vigente (Gs.4.000/m<sup>3</sup>), costo del material pétreo (Gs.14.250/m<sup>3</sup>) y del papel con cobertura asfáltica (Gs.410/m<sup>3</sup>), el costo de construcción del dren subterráneo asciende aproximadamente a US\$4,4 por metro y US\$880 por hectárea. Sin embargo, de acuerdo a las informaciones obtenidas en el sitio, el costo de la mano de obra se abarata porque se emplea la mano de obra del ingenio azucarero, pero el costo de los materiales como piedras y otros resultará elevado por que se trae desde fuera del área; y al efectuar el cálculo estimativo se ha llegado a un costo de construcción de US\$550 por hectárea.

#### (5) Estudio

Según el documento DOC.PAR/88/009 del Ministerio de Agricultura y

Ganadería del Paraguay/Ministerio de Relaciones Exteriores de Israel del mes de diciembre de 1989, un agricultor de la Colonia FERNHEIM (Llamado ISBRANT KEHLER, desconociéndose si esta persona vive en el área de estudio) ha realizado en 1986 el riego similar al sistema por goteo en el cultivo de hortalizas de 1,5ha de extensión. El mismo consiste en suministrar el agua directamente al cultivo a través de la perforaciones practicadas en un tubo de plástico de lámina delgada. Si bien la eficiencia de riego es baja, es de bajo costo y se han logrado resultados satisfactorios. Sin embargo, debido a que no se ha obtenido suficiente cantidad de agua, no se ha logrado el nivel de rendimiento planeado. El mismo ha sido de 13,3t/ha en pepino y 45t/ha en el tomate. Este agricultor opina que no tiene intención de realizar el riego adquiriendo el costoso equipo de riego por goteo.

#### 1.5.2 Estudio de las causas del drenaje deficiente

##### 1) Detalle del estudio

A través del estudio realizado en el campo y la observación de la superficie terrestre desde el avión, se ha realizado el estudio de la situación actual de la topografía, vegetación, suelo y drenaje; y por medio de la apreciación del estado de sinuosidad de los cauces, formación de lago en el recodo del paleocauce, variación de la vegetación y otros, se han considerado las causas de deficiencia del drenaje.

##### 2) Resultados del estudio

No es posible emitir comentario sobre las causas de deficiencia de drenaje de todo el área de estudio en forma generalizada. Es razonable considerar dividiendo el área en zona de abanico aluvial formada por los ríos Pilcomayo y Montelindo cuyo punto de divergencia es el Estero Patiño por donde el Río Pilcomayo afluye al área de estudio y la zona situada al norte del Río Montelindo que se divide a su vez en fracción este y oeste.

##### (1) Pendiente

A través del estudio en el campo no se ha podido observar en absoluto la pendiente de la superficie de agua en las zonas totalmente

inundadas. Como valor promedio, la pendiente de la Región del Chaco es de 1/5.000 orientada de noroeste hacia sureste. Exceptuando la zona de Cero León que presenta la pendiente más pronunciada, la pendiente de la zona comprendida entre la ribera del curso superior de Río Pilcomayo y hasta el Estero Patiño es bastante pronunciada con un valor de 1/3.000 y es un hecho conocido que el Río Pilcomayo fluye relativamente rápido hasta alcanzar la zona de estero. Lógicamente, la pendiente de las cuencas de los cauces que nacen de este estero y que afluyen al Río Pilcomayo, situados al sur del Río Montelindo, es reducida con un valor de 1/6.000.

El drenaje del agua que permanece en el delta que tiene como uno de los lados del abanico al Río Paraguay será posible mediante el descenso del nivel de agua de este río. Los cauces naturales que se encuentran al norte del Río Montelindo presentan pendientes sumamente suaves debido a que afluye al Río Paraguay recorriendo de oeste a este en forma muy sinuosa, pero la pendiente media de las tierras situadas en las riberas de los mismos es aproximadamente de 1/6.000.

Por supuesto que la reducida pendiente constituye la cuasa del deficiente drenaje, pero se considera que está relacionada también en forma recíproca con las causas de formación de los suelos de la zona.

## (2) Suelos

Las causas del deficiente drenaje del área están correlacionadas con las características de la geología y la topografía formadas en la zona y las características de los suelos formados por bajo tajes condiciones naturales. Los suelos del área sufren también la redistribución de los sedimentos aluviales debido a la inundación o el viento ocasionados por casusas secundarias. Cuando se registra una inundación inmediatamente después del período lluvioso, el agua fluye en forma laminar de oeste a este y debido a esta acción ocurre la variación en la textura de los suelos. Se considera que el agua que inunda el área durante el período lluvioso se debe más bien al agua que queda estancada sobre la capa de arcilla que forma un estrato impermeable, antes que el ascenso del nivel de agua subterránea. La formación de este estrato impermeable (Argilización) coincide con la época en que la temperatura del suelo llega a su máximo nivel durante el período seco, observándose que el proceso llega a tener mayor

intensidad cuando el suelo va alcanzando gradualmente la sequedad. Por otra parte, se considera que la época en la cual la illimerización llega a su máxima expresión es al final del período seco, cuando la temperatura del suelo comienza a subir nuevamente.

El drenaje se dificulta debido a que la pendiente es reducida y es muy escasa la variación de la microtopografía. Por eso, aunque se pretenda hacer infiltrar el agua de lluvia al suelo, debido a la formación del estrato impermeable y la illimerización mencionada antes, los poros del área radicular son taponados por las arcillas (A.C.S.Write).

Los suelos del Chaco presentan alta fertilidad pero debido al déficit de de materia orgánica y los procesos de formación del estrato arcilloso antes mencionado y la illimerización, es mala la estructura, encontrándose sumamente compactadas, lo cual está dificultando la percolación del agua hacia el subsuelo. Debido al proceso de adobificación, está avanzada la formación de los agregados del suelo y el peso específico aparente alcanza 1,5 (Según datos de la Estación Chaco Central MAG/GTZ).

### (3) Serpenteo de los cauces

Se considera que el serpenteo de los cauces naturales y la precipitación de sedimentos que provoca la modificación de los drenes naturales dificultando el establecimiento del curso de agua definido, se constituyen en unas de las causas del drenaje deficiente. Lo que se puede suponer en una zona como ésta, en donde el régimen de precipitación tiene un ciclo de varios años, es que aunque los cauces naturales muy sinuosos presenten un flujo normal en los años con relativamente abundante precipitación, en los años secos, en los cuales el flujo disminuye considerablemente o se detiene, haciendo que el curso se obstruya con facilidad, ocurrirá la precipitación de los sedimentos, acelerándose la invasión de la vegetación adaptables a tales condiciones como las plantas acuáticas y palmeras; entonces los drenes naturales pierden la capacidad de drenar y en la siguiente crecida el agua buscará otro sitio por donde es posible drenar, llegando a formar un nuevo curso de agua.

De esta forma, dentro de un cuace sinuoso van formándose

sucesivamente las lagunas en los recodos del curso y se supone que debido a la falta de desnivel en las proximidades, el agua fluye en busca de una nueva boca de desagüe.

(4) Otros

La Ruta Transcehaco cruza la zona del delta formada por los ríos Pilcomayo y Montelindo, desde la desembocadura del Río Pilcomayo al Río Paraguay hasta el curso medio del Río Montelindo, orientándose hacia el noroeste. En los puntos principales de la citada ruta se encuentran los canales naturales de drenaje que cruzan desde el lado del curso superior hacia el inferior, pero el drenaje no se está realizando suficientemente. Se considera que el terraplén de la ruta en este caso está actuando como una presa, obstaculizando el drenaje del agua que fuge desde el curso superior. Por otro lado, los lugares deprimidos están actuando como reservorios de retardación de flujo de agua, lo cual constituye también en una causa del drenaje deficiente.

## 1.6 Cultivo y Administración rural

### 1.6.1 Cultivo

Observando la distribución de los suelos del área de estudio, en la zona noroeste del área de estudio, es decir en las colonias Mennonitas y sus adyacencias se encuentran los Xerosoles, Regosoles y Luvisoles, mientras el Nitosol se distribuye en la zona cercana a Asunción. Estas zonas han sido seleccionadas como áreas del proyecto de desarrollo agrícola a través del presente estudio. Las características de estos suelos están especificados en el punto "4.3.1 Suelo" y todos tienen en común que son suelos aptos para el desarrollo de los cultivos. De acuerdo a los análisis realizados, la textura de estos suelos va desde limo arcilloso hasta franco arenoso, siendo apropiados para el cultivo de muchas especies. El pH varía según el lugar y la profundidad de los estratos, pero es del orden de 5.7-8.5, siendo apropiados en términos generales para los cultivos que se tienen previsto introducir. Por otra parte, el coeficiente de absorción del fósforo es sumamente reducido con a penas 20-30 (Normalmente es de 2.000-3.000); además, el contenido de calcio es relativamente alto con 0,3-1,8 m.e./100g (Normalmente es 0,3-0,5), siendo éstas, condiciones ventajosas para el cultivo de las diversas especies. Así, si se limita al área prevista para el proyecto de desarrollo agrícola, el suelo se adecua en términos generales a los cultivos y no presentan grandes problemas.

#### 2) Cultivos

##### (1) Principales cultivos y su sistema cultural

###### a) Cultivos de secano

Los principales rubros de secano cultivados en el Paraguay son: Algodón, soja, trigo, caña de azúcar, maíz, mandioca y otros; estos cultivos son todos de verano a excepción del trigo (Las épocas de siembra y de cosecha se presentan en el Figura 4.6.1). El algodón y la soja son los principales rubros de exportación que tiene el Paraguay y entre los dos están ocupando el 60 a 70% del monto exportado.

Los principales rubros cultivados en el área de estudio son el algodón, maní, caña de azúcar, mandioca, tártago y otros (La superficie cultivada, volumen de producción y rendimientos son presentados en el Cuadro 4.6.1 y el sistema de cultivo en la Figura 4.6.2).

(a) Algodón

El algodón es cultivado en las colonias Mennonitas y otros, como rubro de exportación. La arada y la restreada se realiza en agosto-setiembre y la siembra en octubre - noviembre (20-25 Kg/ha). Se realiza generalmente la carpida en seis ocasiones (Cuatro carpidas mecánicas y dos manuales), además de unas seis aplicaciones de insecticidas y se cosecha en febrero-marzo (Rendimiento de 1.200-1.300 Kg/ha en años normales). Normalmente la cosecha se realiza en forma mecánica pero en las explotaciones pequeñas y también en las grandes, cuando se pronostica un bajo nivel de rendimiento, se cosecha manualmente. La cosecha manual requiere de mano de obra pero con ella se obtiene el algodón de mejor calidad porque las fibras no se cortan. La variedad cultivada mayoritariamente es la Reba 288 (Denominada también Línea 100).

(b) Maní

El maní también es cultivado en las colonias Mennonitas y otros como rubro de exportación al igual que el algodón. La arada y la rastreada se realizan en agosto-setiembre, la siembra en setiembre-noviembre (50 - 60Kg/ha) y luego de realizar las operaciones de carpida y aplicación de agroquímico, es cosechado en febrero-marzo (El rendimiento en años normales es de 1.000-1.200Kg/ha). Pero ocasionalmente no se realiza el control fitosanitario debido a que no se establecen los precios diferenciados por calidad de los productos. La principal variedad es la Star.

(c) Caña de azúcar

La caña de azúcar es cultivada en Benjamín Aceval y otras localidades cercanas a Asunción como materia prima del azúcar. Normalmente la plantación se realiza en febrero-abril (Existe también caso de plantación en agosto-noviembre) (8-10t/ha). La carpida se



realiza hasta dos veces, realizándose también la aplicación de fertilizantes químicos (15-15-15 y otros) y de herbicidas. La cosecha de las variedades tempranas se realiza en junio-agosto, las de mediana precocidad en agosto-setiembre y las variedades tardías en setiembre-noviembre lo cual hace que se extienda el período de cosecha desde junio hasta noviembre entre las diversas variedades, a partir del año siguiente de la plantación (El rendimiento es de 50 t/ha en años normales). Normalmente, una vez implantada se aprovecha el rebrote durante unos cinco años. A medida que transcurre el tiempo en rendimiento va decreciendo gradualmente por lo que es conveniente renovar la plantación, pero debido al costo que insume, se mantiene el cultivo durante el período mencionado. Existen muchas variedades pero las principales son de ciclo corto como la SP48103, TUCUMANA 6724, TUCUMANA 5619 y otros.

(d) Sorgo

El sorgo es cultivado en verano para cosechar los granos que son destinados para la preparación del alimento balanceado y en invierno, para destinar al uso como forraje de corte para animales. En el caso del sorgo granífero, la arada y la rastreada se realiza en agosto-setiembre, la siembra en octubre - noviembre (5Kg/ha) y luego de dos carpidas mecánicas, se llega a cosechar en mayo-junio (Rendimiento de 1,800Kg/ha en años normales). El cultivo de sorgo para corte se realiza luego de los cultivos de verano como el algodón y el maní, realizándose la siembra aproximadamente en marzo. Después de dos o tres cortes, el rastrojo es incorporado al suelo en el mes de julio. El sorgo de ciclo invernal, aparte de su uso para la preparación del ensilado (Rendimiento de 20t/ha en años normales), es importante para ser utilizado como abono verde y es importante también para la prevención de la erosión eólica en el invierno. Como es destinado para forraje de animales y no es un cultivo de renta, no realizan aplicación alguna de agroquímicos a fin de reducir al máximo su costo de producción. Con respecto a las variedades cultivadas, son principalmente híbridos, siendo los de mayor importancia Freddy (Para corte y ensilaje), Silecha 1844 (Para ensilaje), Alex Chaco (Para granos).

(e) Mandioca

La mandioca no es cultivada como un rubro de renta, siendo destinado principalmente para el consumo familiar del agricultor; por eso, no se realiza normalmente la aplicación de agroquímicos. La plantación se realiza en agosto-setiembre y luego se realizan algunas labores culturales sencillas como la carpida que se hace en 2 -3 oportunidades en forma manual. El período de cosecha difiere según la variedad, pero se realiza durante todo el año a partir de marzo del año siguiente a la plantación (Rendimiento de unos 16t/ha).

(f) Tártago

El tártago normalmente es una especie permanente, pero en el caso del área de estudio es cultivado en forma anual debido a que se dificulta la cosecha manual si la planta adquiere altura. Dependiendo de la condición de precipitación, la siembra se efectúa entre los meses de octubre y febrero, pero si no llueve, no se realiza la siembra. El control de malezas se realiza en dos oportunidades (Una vez en forma manual y la otra mecánicamente), pero no se realiza la aplicación de insecticidas ni fungicidas. La cosecha se realiza unos 140-160 días después de la siembra, lo que indica que si se siembra en diciembre, se cosechará en marzo aproximadamente. Es cosechada manualmente (Rendimiento de 800Kg/ha). La principal variedad cultivada es la Lynn; y los híbridos como Baker44, Baker 72 y otros tienen altos rendimientos pero no son usados debido al alto costo que tienen las semillas.

(g) Otros

Además de los nombrados, en las colonias Mennonitas están siendo introducidos últimamente las especies como el sésamo, girasol, cártamo y otros. El sésamo y el girasol son cultivos de ciclo estival, realizándose la preparación del terreno en alrededor de setiembre, la siembra en octubre y la cosecha en los alrededores de febrero-marzo. Por otra parte, el cártamo se caracteriza por ser un cultivo de invierno y en este caso, la preparación del terreno se realiza aproximadamente en marzo y la siembra en abril-mayo (Unos 15Kg/ha). La carpida mecánica se realiza en dos oportunidades y el control fitosanitario se realiza solamente cuando ocurre el ataque de las enfermedades y plagas (Fungicidas e insecticidas). La cosecha se realiza en los meses de octubre-noviembre (Rendimiento de 600Kg/ha en

años normales).

#### b) Cultivos permanentes

Las principales especies permanentes cultivados en el Paraguay son el tung (*Aleurites fordii*), naranjo agrio (*Citrus aurantium*, cuya hoja es la materia prima de la esencia de petit grain), yerba mate (*Ilex paraguayensis*, naranjo dulce (*Citrus sinensis*), pomelo (*Citrus paradisi*) y otros. Los principales cultivos permanentes que existen en el área de estudio son el naranjo dulce y el pomelo, siendo cultivadas unas centenas de cada especie en las colonias Mennonitas. Además son cultivadas en pequeña escala algunas especies como el mamón, mango, banana, ananá y otros, principalmente para el consumo familiar. Tanto la naranja dulce como el pomelo son sembrados en marzo, realizándose el injerto en octubre-noviembre. La floración se inicia dos años después del injerto y en las plantas fructificadas la cosecha se realiza durante los meses de mayo-agosto. Debido al alto costo de flete hasta Asunción, la producción es consumida principalmente en las propias colonias Mennonitas.

Por otra parte, en la Región Oriental en los últimos tiempo está aumentando el interés por la plantación de la macadamia (*Macadamia integrifolia* y otras; 10 especies en total, de las cuales son cultivadas tres). La macadamia ya ha sido introducida al Paraguay con anterioridad, pero no ha sido con fines económicos. Pero en los últimos años la producción a nivel mundial no está satisfaciendo la demanda existente y es considerado como un rubro promisorio, estimándose que su demanda seguirá incrementándose en el futuro. En 1991 ha sido fundada la asociación de productores de esta especie, procurando incrementar su cultivo en forma planificada.

#### c) Hortalizas

En el Paraguay son cultivadas numerosas especies hortícolas, siendo las de mayor volumen de producción el tomate, pimiento, cebolla de bulbo, batata y otros (Las épocas de siembra y de cosecha de estos cultivos son indicados en la Figura 4.6.4). En el área de estudio, las hortalizas son cultivadas en la zona cercana a Asunción aprovechando su clima benigno y la ventaja de estar ubicada en la proximidad del centro de consumo, siendo cultivados el tomate, la

sandía, melón, zapallo y otros cultivos de verano, así como la cebolla de bulbo, lechuga, zanahoria, ajo y otros entre las especies de ciclo invernal. Además, en todo el área de estudio son cultivadas diversas especies hortícolas para consumo familiar.

(2) Principales sistemas de cultivos practicados en el área de estudio

Con respecto al algodón, maní y sorgo que son los principales cultivos de secano, en el área de estudio se practican en casi todas las fincas los siguientes sistemas (Ver Cuadro 4.6.2): Algodón-maní, algodón-sorgo (Granífero) y algodón-sorgo (Granífero). Sin embargo observando desde el punto de vista del ciclo anual, debido a la pocas especies disponibles como cultivo invernal, una gran parte de las parcelas quedan descubiertas durante el período invernal. Por esta razón, el Servicio Agropecuario (SAP) está fomentando el cultivo de sorgo para corte o de abono verde (Avena negra, Melilotus y otros) para el invierno (Mayo-setiembre), sucediendo al cultivo de algodón, maní y sorgo granífero que se realiza en verano (Octubre-abril), pero el grado de difusión de esta práctica (Superficie cultivada en invierno/superficie total de tierras agrícolas) es aún del orden de 30% (Figura 4.6.5). Sintetizando lo expresado, significa que en el verano son cultivados el algodón, maní, sorgo y otros, mientras en el invierno el 30% de esa superficie es cubierta por la avena negra y otros, quedando sin cultivo el restante 70%. Sin embargo, teniendo en cuenta que en las colonias Mennonitas la superficie de las tierras de cultivo es de 50,000ha ante 550,000ha de praderas, la superficie de tierra descubierta referida al total es reducida.

Por lo general, muchos de los cultivos invernales no son rubros comerciales y no generan ingresos en efectivo, por lo que es comprensible que los agricultores no quieran cultivar tales rubros; sin embargo es necesario tener presente que al dejar las tierras de cultivo descubiertas durante el período invernal acarrearán numerosos problemas. Por eso, es deseable que estos cultivos sean fomentados fuertemente teniendo en cuenta los aspectos como la prevención de la erosión eólica, conservación de la fertilidad y el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.

Por otro lado, en los cañaverales de la zona cercana a Asunción se

practica también el siguiente sistema: Caña de azúcar (6 años)-Barbecho (1 año)-leguminosa (1 año). La caña de azúcar de un cultivo muy esquilante de los nutrientes del suelo; por esta razón se está llevando a cabo una minuciosa asistencia técnica siguiendo las directrices establecidas por el ingenio azucarero, lográndose resultados positivos en la conservación y recuperación de la fertilidad del suelo.

En la Región Oriental, principalmente en torno a las grandes explotaciones agrícolas se practica la rotación soja (Verano) - trigo (Invierno) o la repetición del cultivo de soja.

(3) Sistema de rotación entre los cultivos agrícolas de secano y praderas que se practica en el área de estudio

En las colonias Mennonitas se ha comenzado a practicar últimamente siguiendo las recomendaciones del SAP, el siguiente sistema de rotación entre la agricultura y la ganadería: Agricultura (3 años) - pradera (3 años) - agricultura (3 años) - pradera (3 años).

Durante tres años se realiza el cultivo agrícola (Por ejemplo, maní en el primer año, sorgo granífero en el segundo año y algodón en el tercer año; luego se usa para pradera durante tres años, repitiéndose este esquema en los años sucesivos, pero son pocas las fincas que en la práctica está adoptando este sistema. Desde hace tiempo es conocido que este sistema de rotación es conveniente para la preservación de tierras agrícolas, aumento de la fertilidad del suelo, control de malezas y otros, pero como consecuencia de la inestabilidad de rendimientos de los cultivos agrícolas debido a la irregularidad en el régimen de lluvias, sumado a la inestabilidad de los precios en algunos rubros agrícolas, la administración agrícola en sí no se ha mantenido estable, no habiendo en consecuencia la holgura necesaria para poner en práctica el sistema. No obstante, en los últimos tiempos, al ganar mayor importancia la producción pecuaria ante la agricultura y reducir el cultivo de los rubros cuyos precios son inestables (Tártago por ejemplo), la administración agrícola está comenzando a estabilizarse, que sumado a la disminución de la fertilidad del suelo que está comenzando a manifestarse como consecuencia de la realización de cultivo sin fertilización durante un largo período, se está dando las condiciones para poner en práctica el

sistema mencionado. En las demás zonas del área de estudio no están siendo adoptados prácticamente este sistema integral de administración agrícola.

#### (4) Factores limitantes del cultivo

##### a) Erosión eólica

En el área de estudio en muchos casos no se realiza el cultivo de invierno por no existir los rubros apropiados. Por eso, si bien no existen daños a los cultivos causados por el viento, constituye un problema la erosión del estrato superficial fértil causado por el viento. Por esta razón, en las colonias Mennonitas se está procurando la protección de las parcelas mediante la realización de cultivo también en el período invernal como se ha indicado precedentemente y el aumento de la fertilidad del suelo mediante la introducción de cultivos para abono verde. En la Estación Experimental Chaco Central también la erosión eólica es considerada como un grave problema para el área y se está llevando a cabo la investigación para su prevención. Por lo mencionado, es necesario la instalación de cortinas de rompeviento para las parcelas agrícolas, pero el costo de instalación de los mismos y la reducción de la superficie cultivable repercute negativamente a la administración agrícola.

Por otro lado, en el área de estudio es cultivado el tártago con el doble propósito de aprovechar también como cortina rompeviento; pero como se ha descrito anteriormente, el mismo es cultivado como cultivo anual atendiendo la dificultad en la labor de cosecha, por lo que es reducido su efecto como rompeviento. Además, la superficie cultivada de este rubro se ha disminuído gradualmente en los últimos tiempos a causa del bajo nivel de su precio, siendo necesario contar con especies de cultivos que sirva como rompeviento, que reemplace al tártago.

##### b) Salinidad

En el área de estudio existe la posibilidad de que se origine el problema de salinidad si se realiza la toma de agua de los pequeños cauces existentes sin procurar el drenaje en forma adecuada y no se controla adecuadamente. Por eso, para realizar el cultivo es

necesario manejarlo adecuadamente.

c) Enfermedades y plagas

Entre los principales cultivos del área de estudio, si se toma como ejemplo el algodón, solamente esta especie tiene más de una decena de plagas tales como los pulgones, orugas y brocas, además de las enfermedades como *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Fusarium* y otros. Por otro lado los demás cultivos como maní, maíz, sorgo y otros tienen a su vez sus respectivas plagas y enfermedades, los cuales se constituyen el factores limitantes ya que significan erogaciones en el costo de agroquímicos. Desde el punto de vista de la preservación de medio ambiente también es deseable contar con un adecuado método de control de las plagas y enfermedades.

Por otro lado, el picudo (*Anthonomus grandis*) que ha llegado a causar serios problemas al cultivo de algodón en otros países, ha ingresado también a la Región Oriental del Paraguay en el año 1989. Para el Paraguay es una ventaja el hecho de que antes no existía esta plaga; en el Chaco aún no ha sido detectado pero se considera que ingresará con el tiempo. Si bien el cultivo de algodón ha decaído en las colonias Mennonitas y en las demás zonas del área de estudio, sigue siendo uno de los cultivos principales, y al ingresar a ella, el costo de agroquímico llegará a constituirse en una carga para la administración agrícola.

En los últimos años, en el cultivo de maní que se realiza en el área de estudio está originando el problema de "Granos duros" (Transtorno que causa el endurecimiento de los granos). Se presume que intervienen varios factores como la sequía, suelo (Empobrecimiento de nutrientes, desgaste), genética, enfermedades y otros, no está determinado claramente. Actualmente se realiza el estudio para determinar su causa y las medidas pertinentes, pero es necesario urgir las acciones tendientes a solucionar el inconveniente teniendo en cuenta que se supone que con el tiempo puede llegar a constituirse en un serio problema.

d) Daño de la escarcha

Como se observa en el resultado de estudio de la especialidad de

Meteorología, la zona cercana a Pozo Colorado presenta la más alta posibilidad de escarcha dentro del área de estudio (Promedio de 2.8 días/año), mientras en las demás zonas es de 1-2 días, limitándose la época de ocurrencia a los meses de junio-julio. En consecuencia, fuera de esta época prácticamente no es necesario considerar el daño de la escarcha. Sin embargo, existen casos de escarchas registradas en el mes de setiembre; y en este caso, debido a que se tratan de cultivos vulnerables teniendo en cuenta las especies y el sistema de cultivo empleado, es inevitable el daño en los cultivos poco resistentes como son las especies tropicales, hortalizas y otros, aunque se procure aliviar en algo el daño mediante la fogata y la cobertura que se proporciona cuando se pronostica la escarcha. Por lo mencionado, la escarcha no es un factor limitante muy grande que requiere la adopción de medidas todos los años, pero se deberá tener el cuidado necesario teniendo presente que ocasionalmente provoca el daño.

e) Sequía

La precipitación en el área de estudio es de 800-1,300mm, nivel nada despreciable si se considera desde el punto de vista del volumen total; pero presenta el problema de irregularidad en la ocurrencia de las lluvias. Generalmente el cultivo se realiza considerando previamente la precipitación y el patrón de ocurrencia de las lluvias de los años normales; por eso, cuando se presenta una desviación muy grande de lo previsto y no llueve en la época en que el cultivo tiene la mayor exigencia de agua como por ejemplo la época de siembra, será necesaria la resiembra y en algunos casos, suspender la realización de cultivo. En otro caso, la sequía que afecta al cultivo en la época de maduración podrá causar una considerable disminución en el rendimiento de la cosecha. Esta inestabilidad en la producción está constituyendo en un factor limitante para la producción agrícola, siendo una de las grandes causas de que la producción pecuaria está cobrando mayor importancia que la agricultura en el área de estudio.

f) Malezas

El área de estudio es más seco comparando con la Región Oriental, pero el enmalezamiento de las parcelas es un problema que afecta normalmente. Por ejemplo en el algodón que es uno de los cultivos



representativos del área, se debe realizar una aplicación de herbicida seguida de 6 operaciones de control de malezas en total entre la labor manual y mecanizada. Lo mismo ocurre en el cultivo de maní. La mano de obra y el costo que insume es una carga para la administración agrícola.

g) Daños causados por animales

En el área de estudio, las actividades productivas se centran en la ganadería y la agricultura se realiza poco a excepción de determinadas zonas. Sin embargo cabe destacar la existencia del daño que causan los pájaros al cultivo de maíz o sorgo. Como se trata de una zona originalmente con muchas especies de fauna silvestre, al avanzar el desarrollo y al realizarse el cultivo de las especies agrícolas en gran escala, existe la posibilidad que los mismos lleguen a causar serios daños. Por otro lado, aunque no se trata de un ave, hubieron casos de graves daños en la pastura, causados por las langostas originadas masivamente (1985,86).

1.6.2 Administración agrícola

1) Estado actual de la administración agrícola

(1) Características en todo el Paraguay

Al clasificar las fincas de todo el país por tamaño de explotación en grandes, medianos y pequeños, presentan las siguientes características, evidenciándose las diferencias existentes en la situación de la administración agrícola de las mismas.

a) Grandes explotaciones agrícolas

Incluyendo las fincas empresariales, las grandes explotaciones agrícolas cuentan con suficiente recurso financiero y están realizando el cultivo mecanizado. Con respecto al financiamiento de la explotación, además de los entes financieros oficiales, pueden recibir empréstitos de la banca privada y en algunos casos, realiza el financiamiento a otros. Renueva las semillas anualmente y como utiliza gran volumen de fertilizantes químicos y productos fitosanitarios (Herbicida, insecticida, fungicida), posee capacidad

para negociar directamente con los importadores y representantes de tales insumos, pudiendo por tanto adquirir a precios ventajosos.

d) Explotaciones agrícolas de mediana magnitud

Las fincas medianas poseen cierta extensión de tierra y maquinarias, y aún en caso de que no cuente con maquinarias, tienen por lo menos implementos a tracción animal. Además de los cultivos para consumo familiar, se dedican a cultivar los rubros de renta para tener ingreso. Están en situación de poder acceder a préstamos y contando con préstamos de entes financieros oficiales pueden adquirir los insumos técnicos como fertilizantes y agroquímicos. El pensamiento generalizado de los medianos y pequeños agricultores es que los fertilizantes químicos no son tan efectivos en comparación a su alto costo y no tienen tanto valor como para ser adquiridos. Pero en cuanto a los insecticidas, recurren a su uso por considerar que son necesarios para mantener la calidad de las cosechas. Cuando no pueden acceder a los créditos y no tienen recursos para la compra, el acopiador otorga el insumo (A mayor precio que en plaza), descontando luego su importe, de la cosecha entregada. Con relación a las semillas, también se adoptan modalidades similares.

c) Explotaciones agrícolas pequeñas

Las pequeñas fincas en muchos casos arriendan las tierras y realizan la producción prácticamente de autoabastecimiento; en muchos casos realizan otros trabajos para asegurar un ingreso. Casi no cuentan con maquinarias y equipos, incluyendo las de tracción animal. Reciben cierto nivel de asistencia técnica del SEAG, pero en la situación actual casi no pueden acceder a créditos. No emplean los fertilizantes químicos ni herbicidas, pero usa lo mínimo necesario de insecticidas. No renueva la semilla y se autoabastece.

(2) Administración agrícola en las distintas zonas de producción

Las principales zonas de producción agrícolas en el área de estudio son: ① Las colonias Mennonitas, ② Zona cercana a Asunción, ③ Colonia Campo Aceval. A continuación serán descriptas estas zonas, haciendo referencia también a la administración agrícola de los colonos japoneses de la Región Oriental.

#### a) Colonias Mennonitas

Las fincas tipos de las colonias Mennonitas cuentan con 25-50 cabezas de lecheras, 50-60ha de tierras de cultivo, 100-150ha de praderas mejoradas y tienen una extensión total de tierra de unos 200ha. Con respecto a los modelos de explotación, la mayoría se dedica a la ganadería en forma exclusiva (Bovinos de leche y de carne) o explotación mixta de ganadería con agricultura, existiendo muy pocas fincas que se dedican con exclusividad a la producción agrícola. La familia típica está compuesta del matrimonio, sus padres y alrededor de tres hijos. Con relación a la mano de obra, aparte de 2-4 personas como mano de obra familiar contrata algunas personas durante todo el año y en muchos casos contratan varias decenas de personas durante la época de cosecha de algodón y otros. Aunque depende del tamaño de explotación, poseen 1-2 tractores, 1 camioneta y 1-2 unidades de cosechadoras (Para algodón o para maní). Los insumos técnicos como semillas, agroquímicos y otros son adquiridos enteramente de la cooperativa y la venta de los productos también es canalizada a través de ella. Con relación al ingreso, de acuerdo a las entrevistas realizadas y la estimación hecha en base a la cantidad de cabezas de bovino y la superficie cultivada, se calcula en unos 20 a 40 millones de Guaraníes. En esta zona no existen las explotaciones extremadamente minifundiarias como las que se encuentran en la Región Oriental y se caracteriza por el nivel relativamente homogéneo tanto en el aspecto técnico como administrativo.

En el aspecto de la asistencia técnica y extensión existe el SAP. El servicio es costado por los productores y a pedido de ellos envía a los técnicos hasta las fincas; además de realizar impartir orientaciones técnicas a través de programas radiales y publicaciones.

En el aspecto financiero, pueden recibir el crédito que otorga la cooperativa.

#### b) Zona cercana a Asunción

Esta zona se encuentra en la misma entrada del área de estudio, sobre la Ruta 9 y en ella existen las localidades de Benjamín Aceval y Villa Hayes. En esta zona se encuentra el ingenio azucarero de Censi

y Pirotta, razón por la cual la producción agrícola más importante es la caña de azúcar, cuya producción es absorbida por la mencionada planta industrial y que por otro lado es el cultivo con mayor volumen de producción en todo el área de estudio (Superficie cultivada de 1,500ha, con un rendimiento de 40-80t/ha). Existen un poco más de 300 productores agrícolas en Benjamín Aceval (Entre ellas son 160-170 fincas las que entregan la caña de azúcar a la fábrica) y menos de 10 explotaciones agrícolas en Villa Hayes. El tamaño medio de explotación es de 5-20ha y aún en las fincas de mayor tamaño el volumen de producción anual de la caña de azúcar es del orden de 1,000t. La familia está compuesta del matrimonio y 3-4 hijos, recurriendo a la mano de obra contratada para la cosecha de caña de azúcar. En muchos casos no poseen las maquinarias agrícolas. En el aspecto técnico, la fábrica realiza la asistencia técnica a los productores formulando las guías para la fertilización, control fitosanitario y cuidados culturales, realizando además el financiamiento a los productores. Si bien no existen contratos documentados entre la fábrica y los agricultores, como no existe otro comprador y teniendo en cuenta que la fábrica financia la producción dando los insumos, los agricultores están dependiendo totalmente de dicha fábrica.

En esta zona, a pesar de que la caña de azúcar es el rubro principal, existen también numerosas fincas que realizan el cultivo de hortalizas aprovechando la ventajosa ubicación de tener cerca a Asunción y a la producción de frutales y lechería que comercializan también el excedente del consumo familiar, por lo que poseen un nivel técnico suficiente para producir los rubros destinados al mercado nacional. En el aspecto financiero, estas fincas están dotados de cierto nivel de recurso financiero, lo que les permite acceder a los préstamos de los entes financieros oficiales.

Por otra parte, aunque son casos especiales, existen también otros tipos de producción como la fabricación de miel de caña, piscicultura y otros.

#### c) Colonia Campo Aceval

Campo Aceval es una colonia situada al sur de las colonias Mennonitas (Superficie total de 18,750ha). La mayoría de los colonos

que suman unas 300 familias son paraguayos, pero existen también colonos argentinos (Unas 50 familias) y cerca de 10 familias provenientes de las colonias Mennonitas. El tamaño de explotación es variable pero se puede considerar que el promedio es de unas 100ha. El principal cultivo de renta es el algodón, siendo cultivado unas 182ha, por 17 fincas (Máximo de 35ha, mínimo 2ha, en 1991). La variedad cultivada es casi totalmente la Línea 100.

Por otra parte, la explotación tampera se ha iniciado en 1991. Como resultado del establecimiento del sistema de comercialización con las colonias Mennonitas, actualmente se dedican a la lechería 36 fincas, con una existencia total de 250 cabezas de lecheras y una producción de 2,250 litros/día de leche (Producción en 1992). Las razas criadas son variadas y están usando para la producción las vacas mestizas de que originalmente no son lecheras tales como Nelore, Brhman y otras, que pueden ser ordeñadas. El sorgo que se destina como forraje es cultivado unas 312ha, en 4 fincas (Máximo de 250ha, mínimo de 12ha, en 1991) en toda la zona. La mayoría de las fincas están cultivando algunos cultivos para consumo familiar tales como poroto, mandioca, maní, zapallo, melón, mango y otros. La familia del agricultor está compuesta normalmente del matrimonio y 3-4 hijos. Aparte de los indígenas que son contratados para la carpida y la cosecha del algodón, están cubriendo las necesidades con la mano de obra familiar.

La mayoría de las fincas que cultivan el algodón están adoptando el sistema de contratar los servicios que prestan las cooperativas Mennonitas para la realización de todos los trabajos, desde la preparación del suelo hasta la cosecha. En este caso, los trabajos no son ejecutados por los funcionarios de las cooperativas ni por los colonos Mennonitas, sino que son realizados por otro colono de Campo Aceval subcontratados. No obstante, existen también fincas que cuentan con capital y poseen las maquinarias agrícolas como tractor y otros, con los cuales están realizando las labores agrícolas, pero son a penas 3-4 fincas.

En esta zona existen dependencias del MAG como el SEAG y SENACSA, contando con la presencia de algunos funcionarios destacados; además, por su proximidad a las colonias Mennonitas, están en condición de recibir también la asistencia del SAP, por lo que no

existe tanto problema en el aspecto de asistencia técnica. Por eso, el nivel técnico de los agricultores no es nada bajo, y con respecto al algodón por ejemplo, todo el volumen producido es comprado por las cooperativas Mennonitas, que están procesando el producto en las mismas condiciones que el algodón de su propia producción.

d) Colonias de japoneses

Si bien quedan fuera del área de estudio, se disponen de datos de tres colonias de japoneses situados en la Región Oriental que son La Paz, Yguazú y Pirapó (Estudio de la Situación Económica de las Colonias, JICA, enero de 1992). En las tres colonias mencionadas, la explotación agrícola se centra en la soja y el trigo, que son producidos usando suficientemente los insumos técnicos como fertilizantes, agroquímicos y las maquinarias agrícolas. Esto se refleja en el hecho de que dentro del costo de explotación por finca que llega aproximadamente a 30 mil US\$, el ítem con mayor participación es el costo de fertilizantes y agroquímicos (Alrededor de 30-40%), seguido por el costo de mano de obra y de comercialización (Más de 10%) (Ver Cuadro 4.5)

(2) Problemática que se presenta en cada zona de producción agrícola

a) Las colonias Mennonitas

Como uno de los problemas que afecta a esta zona se puede mencionar la disminución de fertilidad de los suelos como consecuencia de realización de cultivo sin fertilización durante un largo período. Por eso, como ya se ha descrito precedentemente, se está planeando la introducción de cultivos para abono verde y otras medidas. Además, debido a las condiciones naturales y del mercado, la estructura de producción de los rubros comerciales es ocupada mayoritariamente por el algodón y el maní, lo cual hace que se vea afectada por dos factores inestabilizantes de la producción que son el clima y el precio. Ante la existencia de estos problemas, en los últimos tiempos la producción pecuaria ha llegado a tener mayor importancia que la agricultura. Hasta hace unos siete u ocho años, en monto de producción agrícola ha estado equilibrado con el de la ganadería, pero en la actualidad la producción agrícola representa a penas el 25-30% del monto total de venta. Las principales causas de este decaimiento

de la producción agrícola son: ① El encarecimiento de los insumos de la producción como combustible, agroquímicos y otros y de la mano de obra, ② La producción es inestable dependiendo de la lluvia y el rendimiento ha venido disminuyendo gradualmente, ③ La labor agrícola resulta pesada. Para fomentar la producción agrícola será sumamente importante dar solución a estos problemas mediante la adopción del sistema de rotación anteriormente mencionado y el desarrollo de nuevos cultivos apropiados para la zona.

c) Zona cercana a Asunción

En esta zona se encuentra una agencia del SEAG que está dando la asistencia técnica principalmente a los productores de caña de azúcar, pero a penas se encuentra un extensionista, cantidad ésta que es absolutamente insuficiente considerando la cantidad de fincas existentes. Además de la caña de azúcar en la zona se cultivan las hortalizas, por lo que es difícil atender a todos los requerimientos. Por otro lado, debido a que la zona se encuentra en la proximidad de los centros urbanos, las tierras utilizables ya se encuentran ocupadas por viviendas, plantas fabriles y otros; por eso no existen suficientes tierras a desarrollar y distribuir a los agricultores que desean aumentar el tamaño de explotación; por tanto la zona presenta las limitaciones en el aspecto de superficie disponible.

c) Colonia Campo Aceval

Con relación al recurso financiero, si los agricultores desean pueden acceder al crédito de las cooperativas Mennonitas; pero como se ha indicado precedentemente, la mayoría de las fincas no cuentan con capital y no pueden poseer sus propias maquinarias, y para realizar la producción agrícola contratan los servicios para la realización de todas las labores culturales.

En cuanto al ingreso, en base a la superficie cultivada y las entrevistas realizadas es estimado en unos 5-10 millones de Guaraníes, pero en algunas fincas productores de algodón, prácticamente no queda saldo positivo si se descuenta del monto de venta de la cosecha el costo de contratación de servicio para las labores culturales. La producción también es inestable, por lo que está decayendo año tras año el deseo de encarar la producción algodonera a excepción de los

caos que realizan el cultivo por sus propios medios. El déficit es compensado por la producción lechera, trabajo en otros establecimientos y otros (Comercio, jornalero).

Al igual que en las colonias Mennonitas, en esta colonia también la agricultura va perdiendo preponderancia año tras año. Esta situación según los agricultores obedece a las siguientes razones: ① El régimen pluvial es inestable, presentando grandes fluctuaciones anuales, ② Debido al bajo nivel de los precios, con la agricultura solamente la explotación resulta deficitaria. Por ejemplo, el cultivo de algodón está experimentando disminución de superficie, pese a que antes existían fincas que cultivaban hasta más de 100ha. La lechería ha sido introducida para procurar la estabilización de la administración, pero en muchos casos todavía los agricultores se encuentran en situación de tener que realizar trabajos en otros establecimientos agrícolas o ganaderos, de lo contrario no pueden lograr un ingreso estable.

## 2) Tecnología agrícola

### (1) Colonias Mennonitas

Esta zona cuenta con su propia chacra experimental y está realizando la explotación agrícola empleando tecnologías de avanzada en el área de estudio. Con respecto a las semillas, están renovando anualmente, empleando las semillas producidas en el área, con lo cual está asegurando la calidad de las cosechas y en lo que respecta a los rubros comerciales, prácticamente se tienen unificadas las variedades. En la chacra experimental se realizan permanentemente los esfuerzos para introducir nuevas especies y variedades, además de los ensayos sobre los cultivos ya establecidos en el área. Por eso, en la zona se realiza el cultivo de especies y variedades adaptadas a las condiciones naturales del lugar, con métodos culturales también adecuados a las características del cultivo. Además de estas investigaciones y ensayos, cuentan con experiencias acumuladas desde el inicio mismo de la colonización, por lo que se considera que de por sí están realizando el cultivo con sistema y labores culturales adecuados al medio ambiente.

La fertilización no se ha realizado desde el inicio de la



colonización hace 60 años. En la chacra experimental se ha realizado también el ensayo de fertilización llegando a esclarecerse que es mejor no recurrir a la fertilización química debido a los siguientes aspectos: ① Aunque aumente el rendimiento, insume mayor costo que la producción incrementada, ② Debido a que es una zona seca, daña a la planta aunque tenga buen desarrollo inicial, ③ En los suelos arenosos se ha disminuído la fertilidad pero resulta mejor si se introducen las leguminosas para abono verde para procurar la formación de la materia orgánica. No obstante, como resultado de la realización de cultivo sin fertilización durante un largo período al parecer ha hecho que la fertilidad venga decayendo paulatinamente, haciendo que los rendimientos de las cosechas resulten inestables. Se considera que este hecho ha incidido también para acelerar aún más la pérdida de preponderancia de la producción agrícola. Teniendo en cuenta las situaciones mencionadas se realizan esfuerzos para introducir la avena negra y otras especies gramíneas como abono verde en el período invernal y se promueve la adopción del sistema de rotación entre cultivo agrícola y pradera cada tres años, tal como ha sido descrito precedentemente, cuyo desarrollo en el futuro es visto con expectativa.

Por otro lado, la tecnología agrícola aplicada en Campo Aceval, sobre todo con respecto al cultivo de algodón, se encuentra prácticamente en el mismo nivel que en las colonias Mennonitas debido a que depende de ellas; pero con respecto a la lechería, están usando como lecheras las vacas criollas que tienen mayor lactación por lo que existe una diferencia considerable con las colonias Mennonitas.

## (2) Zona cercana a Asunción

En cuanto al cultivo de caña de azúcar, existen variedades de precoces (Cosecha en junio-aosto), de cilo medio (Cosecha en agosto-setiembre) y las tardías (Cosecha en setiembre-noviembre), existiendo 4-5 variedades de cada tipo; pero las variedades precoces son las más cultivadas y el propio ingenio azucarero está recomendando dichas variedades. El sistema de cultivo básicamente es como se ha descrito precedentemente y en la guía de cultivo preparada por el ingenio también están las indicaciones sobre preperación del terreno, levantamiento de camellones, selección de mudas, fertilización, carpida, control de malezas y otros; pero en forma concreta el ingenio

da las indicaciones en cada época de trabajo, pudiendo considerarse que se está llevando adelante la estandarización del nivel de técnicas culturales mediante las acciones que realiza el ingenio azucarero. El ingenio cuenta con laboratorio donde se realiza la investigación para mejorar el rendimiento en la extracción del azúcar y la calidad del producto; además realiza el análisis del suelo, en base al cual está realizando la recomendación para la fertilización.

Con relación a las hortalizas, son cultivadas numerosas especies aprovechando las condiciones ventajosas que ofrece la zona tales como la proximidad a los centros urbanos, clima favorable y la existencia de agua subterránea. Sin embargo la selección de las especies se basa más bien en la adecuación al mercado antes que la adecuación de las características de cada especie a las condiciones ambientales de la zona. Se puede decir que esto es el reflejo de las buenas condiciones ambientales, pero por lo general abundan las explotaciones relativamente pequeñas que sirve también para el consumo familiar y no se observa diversificación de tipos de cultivo. El agente del SEAG se dedica principalmente a prestar la asistencia técnica en torno a la caña de azúcar y al parecer no asiste en la rama hortícola. Cada finca está tratando de mejorar la tecnología vigente en base a sus propias experiencias y están realizando el cultivo adecuando a las condiciones ambientales del área, por lo que se considera que cuentan con tecnología para producir los rubros que podrán ser enviados al mercado nacional.

### 3) Insumos técnicos de la producción agrícola

#### (1) Semillas

En el Paraguay la producción y la distribución de semillas está a cargo del SENASE (Servicio nacional de Semillas) que es una dependencia del MAG. El SENSE, además de vender las semillas adquiridas de los productores semilleristas, realiza la importación y la distribución de semillas de hortalizas y otros (Los detalles son indicados en 4.9 "Investigación y Apoyo a la agricultura").

En las colonias Mennonitas, el SAP tiene a su cargo la asistencia, control y compra de las semillas de algodón, maní, sorgo (Granífero y para corte), pastos y otros, producidas por los semilleristas que

existen en las colonias. Cuenta con instalaciones para el ensayo de calidad (Poder germinativo, humedad y otros) y depósito de semillas. La zona es abastecida suficientemente con las semillas producida en ella. Con respecto al volumen de venta de semillas, el en caso del sorgo el mismo es de unos 150t (1991), con un incremento de 20% por año; en cambio en el caso de las semillas de algodón (Aproximadamente 120t) y de maní (Aproximadamente 400t), el volumen de venta está mermando año tras año, reflejándose también en este punto la tendencia decreciente de la producción agrícola ante el avance de la ganadería. El precio de las semillas es de 800-900Gs/Kg en el maní y el algodón, mientras en el sorgo es de unos 1,000Gs/Kg.

En Campo Aceval las condiciones son similares a las de colonias Mennonitas por su proximidad a éstas.

Con relación al cultivo de caña de azúcar que se realiza en la zona cercana a Asunción, el mismo ingenio azucarero se encarga de proveer las mudas de caña de azúcar, por lo que está asegurada la provisión. Sin embargo los cañicultores tratan de evitar en lo posible la renovación del material de propagación para abaratar el costo de producción. Las semillas de hortalizas cuestan decenas de miles de Guaraníes y los productores en muchos casos están adquiriendo todos los años las semillas que importa y vende el SENASE.

Por otra parte, en 1992 se ha originado una escasez de semillas de algodón en todo el Paraguay. Esto se ha debido por un lado a la escasa producción de semilla en el año anterior a causa de la sequía y por el otro, la pudrición de las semillas causada por las prolongadas precipitaciones, lo cual ha hecho que el volumen disponible sea muy inferior al volumen necesario para cubrir la superficie prevista, por lo que se ha recurrido a medida coyuntural importando semillas de norteamérica, pero lógicamente esta situación he traído sa suba del precio. Esta situación no se ha presentado desde hace más de veinte años, pero ha servido para confirmar la inestabilidad que se puede presentar ocasionalmente en el abastecimiento de semillas, aún en el caso de los cultivos representativos del país como es el algodón.

## (2) Fertilizantes

En el Paraguay los fertilizantes químicos son importados totalmente. El volumen de importación llega a 56,000t y tiene un precio aproximado de 200Gs/Kg (Precio CIF). Los principales proveedores son el Brasil y la Argentina, ocupando entre ambos el 95% del volumen total importado (1991). Los tipos de fertilizantes son principalmente los compuestos, urea, fertilizantes fosfatados y otros.

En los cañaverales que se encuentran en la cercanía de Asunción se realiza la fertilización de acuerdo al resultado de análisis del suelo realizado en el ingenio azucarero. El ingenio azucarero suministra el fertilizante químico (15-15-15 y otros), cuyo importe es liquidado descontando del monto de venta de caña de azúcar que entregan los productores, por lo que no existe problema para asegurar el volumen requerido. En las colonias Mennonitas no se realiza la fertilización.

### (3) Agroquímicos

Al igual que en el caso de los fertilizantes, también en materia de agroquímicos el Paraguay está dependiendo totalmente de la importación. Discriminando por tipo, el volumen de insecticidas y herbicidas importados son de aproximadamente 1,100t cada uno, con un precio promedio de 8,000-9,000Gs/Kg (Precio CIF), presentando situaciones similares. La proporción que ocupan el Brasil y la Argentina en el volumen total importado son de 25% en insecticidas y 75% en herbicidas. Los proveedores de insecticidas están bastante diversificados, existiendo muchas importaciones de Europa. Por otro lado, en el caso de fungicidas, si bien el volumen es reducido con unas 80t, su precio es bastante elevado con un promedio de 25,000Gs/Kg (Precio CIF). Con respecto a los proveedores de fungicidas, Brasil y Argentina ocupan juntos unos 25% del volumen total importado y al igual que los insecticidas, hay mucha importación de los países europeos (En 1991).

En las colonias Mennonitas, las cooperativas realizan la importación desde Estados Unidos, Europa y otros, a través de las firmas representantes y vende a los agricultores socios. Muchas fincas están utilizando los insecticidas (Dipterex, Dimili y otros) y herbicidas (Treflan y otros); pero con respecto a los fungicidas, debido al problema de precio elevado, limitan el uso a los lugares donde se manifiesta la enfermedad según la época.