

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
SECRETARÍA TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
PARA EL CHACO CENTRAL**

Informe Final de Consultoría

Ing. Guido Duarte – Dr. Juan H. Palmieri
Ing. Silvano Frutos – Ing. José Ortiz Guerrero

Asunción, Septiembre de 2003

TABLA DE CONTENIDO

1	ANTECEDENTES	1
2	OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	1
3	EL ÁREA DE ESTUDIO	1
4	DATOS COMPILADOS Y SISTEMATIZADOS.....	5
5	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN SOCIAL, ECONÓMICA, AMBIENTAL E INSTITUCIONAL.	6
6	POTENCILIDADES DE DESARROLLO DE LA REGIÓN	18
6.1	PROYECTOS IMPORTANTES DE DESARROLLO	18
6.2	EL POTENCIAL MINERO DEL CHACO	19
7	PERSPECTIVAS PARA EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN.	25
8	IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA	28
8.1	ORIGEN DEL CHACO	29
8.2	GEOLOGÍA DEL CHACO CENTRAL.....	30
8.3	MORFOLOGÍA Y COBERTURA VEGETAL.....	34
8.4	CARACTERÍSTICAS DE LOS SEDIMENTOS.....	35
8.5	LAS CONDICIONES DE LAS PRECIPITACIONES PARA LA RECARGA.....	36
8.6	LA POSIBILIDAD DE DRENAJE	38
8.7	CARACTERÍSTICAS DE LOS ACUÍFEROS	39
9	LA OFERTA ACTUAL DE AGUA EN EL CHACO CENTRAL	42
9.1	ABASTECIMIENTO DE LAS COMUNIDADES INDÍGENAS Y LATINO-PARAGUAYAS	44
9.2	ABASTECIMIENTO DE LAS COLONIAS MENNONITAS	46
10	DEMANDA ACTUAL DEL CONSUMO DE AGUA	47
10.1	CONSUMO RESIDENCIAL	49
10.2	CONSUMO PÚBLICO Y COMERCIAL.....	50
10.3	CONSUMO INDUSTRIAL	50
10.4	CONSUMO AGROPECUARIO	51
11	COSTOS ACTUALES DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	52
11.1	TARIFAS VIGENTES Y COSTOS DE ABAST. DE AGUA (POB.URBANA).....	52
11.2	CÁLCULO ESTIMATIVO DE COSTOS REALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA ..	55
11.3	RELACIÓN ENTRE COSTOS Y GASTOS (SECTOR RESIDENCIAL).....	57
12	LA DEMANDA FUTURA DE AGUA	57
12.1	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN Y DEL CONSUMO RESIDENCIAL	58
12.2	DESARROLLO DE LA DEMANDA PÚBLICA Y COMERCIAL	60
12.3	DESARROLLO DE LA DEMANDA INDUSTRIAL	60
12.4	AGUA NO CONTABILIZADA	61
12.5	RESULTADOS DE LA DEMANDA FUTURA.....	61

13	SISTEMAS DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE EFLUENTES	64
13.1	SISTEMAS ACTUALES	64
14	FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	67
14.1	EL CONTEXTO REGIONAL	67
14.2	FUENTES POTENCIALES ALTERNATIVAS PARA LA REGIÓN	68
15	LAS ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	72
15.1	EL PROYECTO ACUEDUCTO RÍO PARAGUAY- CHACO CENTRAL	72
15.2	EL PROYECTO ACUEDUCTO ACUÍFERO YRENDÁ - CHACO CENTRAL	76
15.3	DESALINIZACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA	84
15.4	RECARGA DE ACUÍFEROS.....	85
15.5	COLECTA DEL AGUA DE LLUVIA EN TAJAMARES.....	88
16	SOLUCIONES PROPUESTAS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO.....	88
16.1	OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS TRADICIONALES.....	89
16.2	ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO CON SISTEMAS NO TRADICIONALES.....	95
17	ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS SOLUCIONES A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO.	99
17.1	ESTRATEGIAS DE CORTO PLAZO	99
17.2	ESTRATEGIAS A MEDIANO PLAZO.....	101
17.3	ESTRATEGIAS A LARGO PLAZO	102
18	ESTUDIOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS.....	107
19	MARCO INSTITUCIONAL PARA LA INVERSIÓN Y OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS.	119
20	BASE DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO.....	121

ANEXOS

ANEXO 1 – BANCO DE DATOS

ANEXO 2 – SITUACIÓN AMBIENTAL DEL CHACO CENTRAL

ANEXO 3 – MEDIO SOCIOECONÓMICO DEL CHACO CENTRAL

ANEXO 4 – POTENCIAL MINERO DEL CHACO PARAGUAYO

ANEXO 5 – CONSIDERACIONES LEGISLATIVAS Y NORMATIVAS AMBIENTALES.

ANEXO 6 – DEMANDA DE AGUA

ANEXO 7 – LOS POZOS DE NEUDORF

ANEXO 8 – SISTEMAS DE TAJAMARES

ANEXO 9 – PALEOCAUCES EN EL CHACO CENTRAL

ANEXO 10 – DEMANDA DE AGUA PARA LA EXPLOTACIÓN MINERA

ANEXO 11 – BASES TÉCNICAS

ANEXO 12 – TERMINOS DE REFERENCIA

ANEXO 13 – MAPAS TEMÁTICOS

GLOSARIO DE TÉRMINOS

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
STP	Secretaría Técnica de Planificación
NNUU/ONU/UN	Naciones Unidas
SEAM	Secretaría del Ambiente
ESSAP	Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay
ERSSAN	Ente Regulador de Servicios Sanitarios
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
CA RP-CHC	Comisión Acueducto Rio Paraguay-Chaco Central
SENASA	Servicio Nacional de Saneamiento
BIRF	Banco Mundial
PRODECHACO	Proyecto de Desarrollo Sustentable del Chaco

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de este estudio fue el de analizar alternativas para el abastecimiento de agua para la región del Chaco Central del Paraguay, que permitan proponer medidas de intervención a corto plazo para optimizar los sistemas de abastecimiento de agua actuales, a la vez que identificar nuevas alternativas de abastecimiento de agua, estableciendo los estudios necesarios para su desarrollo.

La región del Chaco Central no está delimitada formalmente, ya que no pertenece a la división política del país, sin embargo, para establecer un área física para el desarrollo de la oferta y la demanda de agua para consumo humano, agrícola e industrial, y para el análisis de nuevas alternativas de abastecimiento en la región, se ha delimitado una extensión aproximada de 45.000 km² en la intersección de los Departamentos de Presidente Hayes, Boquerón y Alto Paraguay.

El área de influencia directa del Chaco Central se define por los centros poblacionales y agro-industriales tales como:

- Mcal. Estigarribia
- Laguna Negra y Campo Loa
- Filadelfia
- Neuland
- Loma Plata, Yalve Sanga y La Esperanza
- Lolita, con Campo Aceval al sudoeste y Estribo al este
- Campo Loro al nordeste, este y noroeste

El abastecimiento de agua potable en el Chaco Central depende en gran medida del volumen y la

frecuencia de las lluvias y de la capacidad de almacenamiento de las mismas, las cuales determinan la disponibilidad de las fuentes de agua superficial. También depende del volumen de lentes someros de agua dulce almacenados en antiguos paleocauces, que son afectados por una progresiva salinización del agua subterránea.

Como una estimación gruesa, aproximadamente dos terceras partes del consumo de agua actual proviene de fuentes superficiales y una tercera parte es agua subterránea.

La disponibilidad de agua potable a través de los sistemas tradicionales de abastecimiento en el Chaco Central muestra una alta vulnerabilidad por los siguientes motivos:

- La mayor parte del agua superficial aprovechada en el Chaco Central es constituida por aguas de lluvia. Esta agua dispone de un contenido muy reducido de minerales. Además partículas contaminantes en el aire afectan la calidad del agua de lluvia.
- La calidad del agua se ve seriamente afectada por la perentoria necesidad de almacenarla en periodos de lluvia, quedando la misma expuesta a varios tipos de contaminación entre los que podemos citar: acceso directo de animales al agua de tajamares o animales muertos en aljibes y tanques.

- Varias comunidades han instalado filtros para reducir la contaminación del agua. En las Colonias Mennonitas se utilizan frecuentemente filtros o sustancias químicas para mejorar la calidad del agua. Ejemplos de ello son las plantas potabilizadoras de agua para una distribución primaria en Mcal. Estigarribia y Filadelfia, para la planta láctea de Loma Plata y para la quesería de Lolita.
- Sin embargo, el uso del agua cruda, sin ningún tipo de tratamiento es todavía común. En toda la región del Chaco Central, y particularmente en las Comunidades Indígenas, son frecuentes las enfermedades relacionadas al agua, (Ej. infecciones intestinales).
- En cuanto al agua subterránea, si bien la calidad de los bolsones someros de agua dulce es buena, se observa con frecuencia una salinización de los pozos, a causa de la sobre-explotación en períodos de escasez de agua. Muchos pozos ya se han salinizado y son irre recuperables.
- La localización de pozos de agua dulce es determinada por condiciones hidrogeológicas, y no necesariamente concuerda con el sitio de demanda. En consecuencia, en períodos de emergencia por sequías prolongadas, es normal realizar costosos transportes

de agua de hasta 150 Km. de distancia.

La demanda actual de agua para uso humano en el Chaco Central se estima en 4.460 m³ por día o 1,63 millones m³ por año. Incluye el consumo doméstico, industrial, comercial y público. La misma se trata de una demanda reprimida o insatisfecha, por motivos de la escasez de agua.

La demanda de agua del sector agropecuario se estima en 68.500 m³/día o 25 millones de m³ al año, también insatisfecha por los prolongados periodos cíclicos de sequía.

Asumiendo un modelo de crecimiento basado en las potencialidades productivas del Chaco Central, la demanda futura de agua para uso humano crecería a 11.000 m³/día en los primeros 10 años y a 15.000 m³/ en los siguientes 20 años. Dicha demanda no podrá ser satisfecha a través de fuentes locales debido a la baja disponibilidad del recurso.

Las alternativas de abastecimiento de agua son las siguientes;

- 1- Optimización de los sistemas tradicionales.
- 2- Incorporación de nuevas tecnologías de captación y almacenamiento de aguas de lluvia.
- 3- Construcción del Acueducto Rio Paraguay – Chaco Central
- 4- Construcción del Acueducto Yrendá – Mcal Estigarribia
- 5- Desalinización de Agua Salada Subterránea.

Es indudable que ninguna de las soluciones planteadas, por sí sola solucionaría el problema de agua en

el Chaco Central. La solución debe pasar necesariamente por una suma de soluciones complementarias entre las cuales se encuentra el fortalecimiento y la optimización de los sistemas tradicionales, y la incorporación de sistemas con tecnologías nuevas, de manera a satisfacer las necesidades de agua para los distintos escenarios de demanda planteados en este estudio.

Se establece en el estudio estrategias a corto, mediano y largo plazo para la implementación de las soluciones alternativas. Dichas estrategias permitirán dar una solución gradual a los problemas y a la vez garantizarán un uso sustentable de los recursos y de los sistemas de abastecimiento de manera proteger el medio ambiente y promover el desarrollo social y económico de la región. Las alternativas se resumen en los siguientes cuadros.

TIEMPO	ESTRATEGIAS	MEDIDAS	ACCIONES
ONAFPA 01700 A	1- Optimización de Sistemas Tradicionales	1.1 Mejorar la construcción de tajamares – Cantidad y Calidad de Agua.	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar los volúmenes. - Estab. Sitios estratégicos. - Reducir infiltración - Reducir evaporación - Tratamiento del agua
		1.2 Mejorar la captación de agua en aljibes	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar la superficie de captación. - Aumentar los volúmenes de almacenamiento. - Tratamiento del agua
		1.3 Incorporar más sistemas de recarga artificial del acuíferos.	<ul style="list-style-type: none"> - Fortalecimiento Institucional de DRH. - Aumentar Estudios Hidrog.
		1.4 Aumentar la explotación de pozos de agua dulce.	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer un Plan de gestión y manejo.
	2- Incorporación de Sistemas no tradicionales	2.1 Incorporar nuevas tecnologías de captación y almacenamiento de aguas de lluvia.	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de playas de captación + Reservorios impermeables. - Incorporar e incrementar canales impermeables al costado de rutas para captar pequeñas escorr. - Mejorar la calidad del agua.
		2.2 Explotación de pozos de agua salada a escala piloto	<ul style="list-style-type: none"> - Proyectos Pilotos con la incorporación de plantas desalinizadoras con sistemas de reinyección a acuíferos profundos.

TIEMPO	ESTRATEGIAS	MEDIDAS	ACCIONES
ONAFPA 0270-003 A	3- Importación de agua de fuentes lejanas	3.1 Construcción del Acueducto Rio Paraguay – Chaco Central	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporar 58 km de redes para abastecer Loma Plata, Filadelfia y Neuland. - Construcción de Plantas Trat. Efluentes y Plan de Manejo y reuso de efluentes
		3.2 Construcción del Acueducto Yrendá – 1ª etapa – 100 Km desde La Patria a Mcal Estigarribia.	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporar redes para abastecimiento de Agua a Mcal Estigarribia y su área de influencia. - Construcción de Plantas Trat. Efluentes y plan de manejo y reuso de efl.
	4- Explotación de Acuíferos Profundos	4.1 Explotación de pozos de agua salada	<ul style="list-style-type: none"> - Desalinización de agua en mayor escala con reinyección del residual a acuíferos profundos – Cobertura a las áreas de Lolita, Paratodo y su área de influencia.
ONAFPA 00877 A	5- Ampliación e Integración de Sistemas de Agua.	5.1 Ampliación de las redes del Acueducto Rio Paraguay.	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de 200 Km de redes para dist. De agua en todas las localidades urbanas del Chaco Central. Ramal Lolita, Ramal Mcal Estigarribia y Ramal Campo Loro.
		5.2 Construcción de la 2ª Etapa del Acueducto Yrendá – Desde Nva. Asunción hasta La Patria.	<ul style="list-style-type: none"> - Ampliación de redes , e integración con el Sistema Acueducto Rio Paraguay
		5.3 Integración de los nuevos sistemas con los sistemas tradicionales. Redireccionar la cap. Ociosa de agua hacia el sector agrícola y ganadero	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de los suelos, plan de manejo ambiental del agua. - Retorno de los sobrantes hacia antiguos paleocausas.

Los estudios necesarios para la implementación de las estrategias se resumen en el siguiente cuadro:

N°	Título	Objetivos	
		General	Específico
1.	Optimización de sistemas tradicionales de abastecimiento de agua para el Chaco Central.	Elaborar el Estudio de Optimización de los Sistemas Tradicionales de Abastecimiento de Agua para el Chaco Central.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudios de Optimización del uso de Tajamares. - Estudios de optimización de uso de acuíferos. - Estudios de optimización de uso de aljibes
2.	Desarrollo de nuevas tecnologías para captación y almacenamiento de aguas de lluvia.	Elaborar un estudio de alternativas mediante nuevas tecnologías para captación y almacenamiento de aguas de lluvia	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de sitios de captación y reserva. - Tecnologías de tajamares. - Tecnología de reservorios cerrados o aljibes
3.	Alternativas para la explotación de pozos de agua salada.	Elaborar un estudio de alternativas de explotación y desalinización de agua	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de sitios adecuados para captación. - Análisis de las tecnologías apropiadas para desalinización de aguas. - Plan piloto de implementación.
4.	Plan de Gestión de los Recursos de Agua en el Chaco Central	Elaborar un plan de gestión de los recursos de agua en el Chaco Central	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis del marco legal e institucional del agua en Paraguay - Preparación del Plan de Gestión. - Estrategias de aplicación del plan.
5.	Alternativas para la explotación a gran escala de pozos del Acuífero Yrendá	Elaborar un estudio para la explotación de pozos del Acuífero Yrendá	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación hidrogeológica del Acuífero. - Análisis de las tecnologías apropiadas para su explotación a gran escala. - Plan piloto de explotación.
6.	Optimización del Proyecto Acueducto Rio Paraguay – Chaco Central	Elaborar un estudio de optimización del Proyecto Acueducto Rio Paraguay – Chaco Central de manera a disminuir la inversión pública.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudiar nuevos trazados alternativos. - Estudiar nuevas tecnologías de Acueductos y bombeo. - Estudiar nuevos modelos de financiación de las obras.

INFORME FINAL

1 Antecedentes

El **Programa de Preinversión de Paraguay** (El Programa) fue diseñado con el propósito de apoyar la elaboración de estudios de viabilidad de proyectos de inversión pública y asistir al proceso de fortalecimiento institucional para el diseño e implementación de sistemas de gestión pública¹. El Contrato de Préstamo BID 1143/OC-PR fue ratificado por Ley N° 1597/23.10.2000 y el organismo de ejecución es la Secretaría Técnica de Planificación.

El Programa ha previsto el contrato de una consultoría de Apoyo para elaborar un análisis de alternativas para el abastecimiento de agua para la Región del Chaco Central del Paraguay.

La consultoría ha realizado su trabajo bajo la supervisión de la Unidad Ejecutora de Programa y en coordinación con la Dirección de Inversiones y de Desarrollo Territorial de la STP, e instituciones relacionadas al tema.

2 Objetivo del Estudio

El objetivo del estudio fue el de analizar alternativas para el abastecimiento de agua para la región del Chaco Central del Paraguay, que permitan proponer medidas de intervención a corto plazo para optimizar los sistemas de abastecimiento de agua actuales, a la vez que identificar nuevas alternativas de abastecimiento de agua, estableciendo los estudios necesarios para su desarrollo.

Para el logro del objetivo se ha trabajado con el apoyo de instituciones relacionadas al tema tales como el Ministerio de Obras Públicas, la Comisión Acueducto “Río Paraguay-Chaco Central”, el Viceministerio de Minas y Energía, y otras instituciones vinculantes.

3 El Área de Estudio

El Chaco Paraguayo abarca los tres departamentos

- Presidente Hayes
- Alto Paraguay
- Boquerón

La escasez de vías de comunicación, un clima que es progresivamente más seco hacia el oeste y una vegetación que se convierte en esteparia en esa misma dirección, ofrecen difíciles condiciones de vida para la población humana. Aún así, la excepción lo constituye el Chaco Central, donde se concentra la mayor parte de los asentamientos urbanos de la Región Occidental, que incluye entre otras a las Colonias Mennonitas, varias Comunidades Indígenas y de poblaciones de Latino – Paraguayos y grandes establecimientos ganaderos.

¹ A los efectos de ejecución del Programa se incluye: Sistema de Inversión Pública (SIP), Sistema de Monitoreo y Evaluación del Financiamiento Externo (SIMEFE), Sistema de Programa de Operaciones (SPO) y Sistema de Monitoreo y Evaluación de la Gestión Pública (SIMEG).

La situación social en el Chaco Paraguayo se presenta de la siguiente manera:

- Las Colonias Mennonitas conservan una calidad de vida elevada basada en una economía de producción relativamente fuerte;
- Las Comunidades Indígenas son muy pobres y sin actividades económicas relevantes, dependiendo principalmente de subsidios;
- Las comunidades de Latino Paraguayos están muy dispersas, principalmente dedicadas a actividades propias de los establecimientos ganaderos, y otros vinculados a las unidades militares de la zona.

Se estima que tres de cada diez hogares presentan tres o cuatro necesidades básicas insatisfechas en la región, porción que excede el promedio nacional. La población indígena presenta una situación de desnutrición, inadecuadas condiciones habitacionales, bajos niveles educativos, precaria inserción al mercado laboral, y ausencia de oportunidades de generación de ingresos.

Más del 80% del Chaco se caracteriza por la escasez de agua, como consecuencia del balance negativo entre precipitación y evaporación, lo que se agrava aún más, por la irregular distribución de las lluvias durante el año.

Desde la perspectiva del desarrollo estrictamente económico, el potencial de crecimiento asociado a los sistemas sustentables de abastecimiento de agua resulta innegablemente importante para el desarrollo de la región. El mismo, resultará también un impacto positivo para las Comunidades Indígenas de la siguiente forma:

- al mejorarse el acceso a recursos de agua de buena calidad, se tendría una reducción de las enfermedades infecciosas de origen hídrico y fecal.
- el mismo generaría oportunidades de trabajo mas diferenciadas

La región del Chaco Central no está delimitada formalmente, ya que no pertenece a la división política del país, sin embargo, a fin del establecer un área física para el desarrollo de la oferta y la demanda de agua para consumo humano, agrícola e industrial, y para el análisis de nuevas alternativas de abastecimiento en la región, se ha delimitado una extensión aproximada de 45.000 km² en la intersección de los Departamentos de Presidente Hayes, Boquerón y Alto Paraguay.

La misma comprende principalmente las áreas de influencia de las Colonias Menonitas, de las Comunidades Indígenas y de Latino.-Paraguayos que se encuentran asentados entre las localidades de Mariscal Estigarribia y Río Verde. De manera a establecer límites geográficos, se ha establecido un

polígono entre los paralelos 21°,5 y 23°,3, de 210 Km de lado y entre los meridianos 58°,8 y 60°,7 de aproximadamente 215 Km de lado².

El área de influencia directa del Chaco Central se define por los centros poblacionales y agro–industriales tales como (del noroeste al sudeste):

- Mcal. Estigarribia
- Laguna Negra y Campo Loa
- Filadelfia
- Neuland
- Loma Plata, Yalve Sanga y La Esperanza
- Lolita, con Campo Aceval al sudoeste y Estribo al este
- Campo Loro al nordeste, este y noroeste

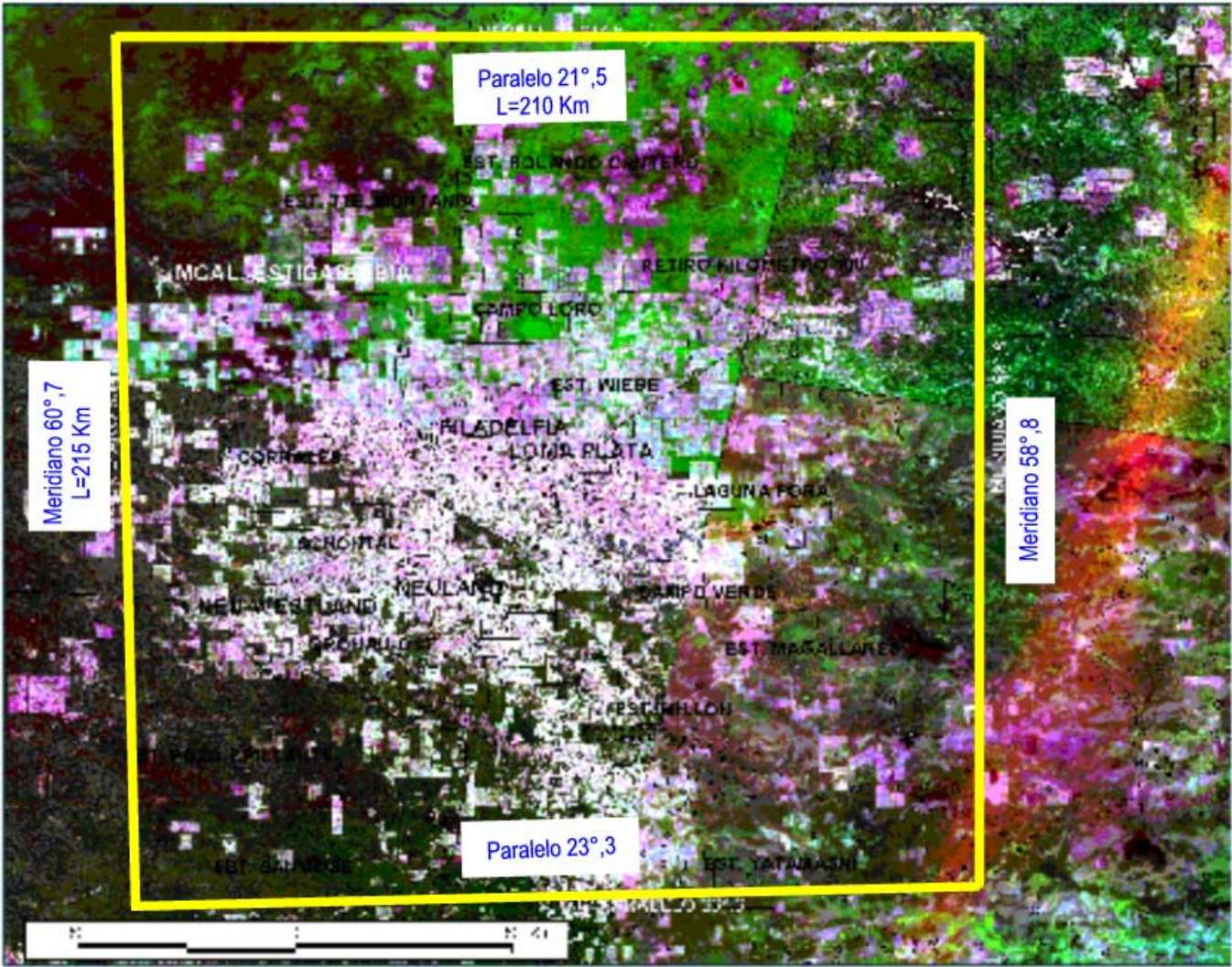
La zona de influencia indirecta de las actividades agro–industriales tenderá en el futuro a extenderse hacia el oeste con la habilitación del nuevo matadero con frigorífico en Loma Plata que originaría un nuevo tráfico del ganado destinado al mismo, evitando así las pérdidas del transporte que se origina con el tráfico de animales para faena hacia los núcleos de Asunción y sus alrededores.

También, en forma indirecta - por las nuevas oportunidades de trabajo y comerciales - la zona de influencia va a extenderse más al oeste de Mcal. Estigarribia por la influencia del mejoramiento vial hacia los mercados de Argentina, Bolivia y Chile, con la construcción de los nuevos corredores hacia occidente, y también hacia el este llegando posiblemente hasta el Río Paraguay como resultado de la pavimentación de la carretera Puerto Casado-Mcal Estigarribia.

En el Gráfico 3.1 se indica la zona delimitada del Chaco Central donde se realizará el estudio de alternativas de abastecimiento de agua. En la imagen satelital se ve la extensión de las áreas de explotación agropecuaria y además las principales comunidades urbanas.

² El proyecto Acueducto Río Paraguay – Chaco Central, ha considerado una extensión menor de influencia debido a las limitaciones establecidas por los sistemas de distribución de agua, que coincide con el área de 30.000 km² comprendida dentro de un círculo de 200 km de radio cuyo centro se encuentra en la ciudad de Loma Plata.

Gráfico 3.1 - AREA DE INFLUENCIA DEL ESTUDIO



4 Datos compilados y sistematizados

Como parte del análisis se procedió a crear una base de datos que incluya todos los informes y estudios realizados hasta la fecha en el área de interés del estudio. Esta base de datos incluye cartografía básica vectorial, imágenes satelitales y fotografías aéreas de la región de estudio, así como estudios, experiencias e iniciativas regionales sobre el abastecimiento de agua, estudios y planes de desarrollo a nivel nacional, regional y local, programas y proyectos de inversión pública, marco legal sobre el manejo de recursos hídricos a nivel nacional y regional. La base de datos recopilada ha sido introducida en un software de base de datos **ACCESS**, para la cual se ha creado el campo denominado **código informático**.

A través de este software es posible acceder a la base de datos en forma selectiva utilizando filtros adecuados y con utilidades de consulta muy poderosas, llamando a cualquiera de los campos de esta matriz de información.

La Base de Datos Bibliográfica sistematizada y clasificada cuenta con 113 (ciento trece) estudios de la región del Chaco Paraguayo

Los Criterios de clasificación temática de la base de datos fueron los siguientes:

- **Aguas Subterráneas:** todos los estudios que incluyen hidrogeología, hidroquímica, perforaciones profundas, etc.
- **Aguas Superficiales:** todos los estudios de hidrología superficial especialmente los que tengan que ver con el Río Paraguay y Pilcomayo.
- **Ambiental:** Abarca todos los estudios ambientales, de protección de recursos naturales y de sostenibilidad del Chaco Paraguayo
- **Compilaciones:** Incluye todos los resúmenes técnicos, simposios y talleres de la región
- **Desanilizadora:** incluye los estudios de implementación de plantas desanilizadoras en el Chaco Paraguayo
- **Desarrollo Regional.:** incluye todos los estudios y proyectos de desarrollo territorial y regional del chaco Paraguayo
- **Recursos Hídricos:** incluye todos los estudios de alternativas de abastecimiento de agua y desarrollo de los recursos hídricos en el Chaco Paraguayo
- **Recursos Naturales:** incluye todos los estudios de recursos naturales y de suelos del Chaco Paraguayo

También fueron escaneados textos que no tenían una base digital, de manera a conservarlos en un CD. Dichos textos incluyen informes de proyectos, leyes y reglamentos (ver listado en Anexo 1).

Se implementó también un Sistema de Información Geográfica de la región de estudio, compilando toda la información geográfica existente en la STP y otras Instituciones vinculadas al estudio. Dicha información se pasó a formato ARC VIEW para utilizar la misma como plataforma informática del Sistema de Información Geográfica.

5 Diagnóstico de la situación social, económica, ambiental e institucional.

Desde el punto de vista político – económico nacional, el Chaco de hoy puede ser caracterizado por los siguientes aspectos:

- a) Es una región con baja densidad de población, alrededor de 100.000 habitantes; su población urbana es de 58.233 habitantes conforme al censo de 2002, con un crecimiento importante de la población urbana en los últimos años, en desmedro de la población rural;
- b) Es una región que tiende hacia una concentración poblacional en dos centros principales (Villa Hayes y el Chaco Central), con una creciente despoblación en el resto del Chaco;
- c) Es una región con una infraestructura muy limitada; que incluye la línea de comunicación diagonal (Asunción – Mcal. Estigarribia: ruta y telecomunicación), el resto del Chaco está quedando en relativo abandono;
- d) El desarrollo económico sigue quedando a merced de extranjeros, sin una planificación estratégica por parte del Estado Paraguayo. La “primera mitad” del Chaco fue prácticamente regalada en 1885 en el mercado internacional, así como también las reservas fiscales (“segunda mitad”) prácticamente han sido vendidas a brasileños, franceses, alemanes y españoles;
- e) Los indígenas constituyen el sector poblacional más marginado de la región;
- f) Aunque se han licitado una gran cantidad de obras viales, incluyendo algunos corredores de integración, el inicio de los trabajos sigue sufriendo enormes demoras;
- g) No existen planes de desarrollo concretos asociados con las inversiones públicas en la región.

Situación Social y Demográfica

El Chaco Paraguayo, cubierto administrativamente por los tres departamentos de Presidente Hayes, Alto Paraguay y Boquerón, representa más de la mitad del terreno de la República, pero tan solo el 2,5 % de la población.³

Una de las características socio-económicas más importantes es la presencia de las Colonias Mennonitas en la parte central, concentrándose principalmente en el territorio del Departamento de Boquerón, pero extendiéndose también hacia los demás dos Departamentos.

La población del Chaco Central del año 1999 fue estimada en 50.600 habitantes y se reparte entre cuatro grupos poblacionales conforme al Cuadro N° 5.1.⁴

Los centros poblacionales más importantes son:

- en cuanto a la actividad económica: Loma Plata, Filadelfia, Neuland.
- comunidades de la población indígena (en orden de número de habitantes): Nivaclé Unida, Yalve Sanga, Campo Alegre, Pozo Amarillo
- administrativos: Filadelfia como sede de la Gobernación de Boquerón y Mcal. Estigarribia como sede de la Municipalidad de Mcal. Estigarribia.

³ Mayores datos se encuentran en el Anexo3

⁴ No se cuentan aún con datos de población del Censo 2002

Cuadro 5.1: Población del Chaco Central (habitantes en 1999).

Menonitas	14.400	28,5%
Indígenas	25.500	50,4%
Latino-Paraguayos	10.120	20,0%
Otros	580	1,1%
Total	50.600	100,0%

La Población Indígena

Según estudios etnográficos, el grupo lingüístico Maskoy penetró al Chaco hace 1.500 años atrás, desde las zonas subandinas de Bolivia. A fines del siglo XIX, un total de 13 etnias diferentes se habían establecido en lo que hoy es el Chaco Paraguayo. La subsiguiente colonización por agrupaciones neo-americanas causó una serie de transmigraciones, que a su vez tuvo como consecuencia un proceso de concentraciones y mezclas multi – tribales en los centros de colonización de la sociedad envolvente.

La población aborígen chaqueña hoy es de 42.151 personas conforme al censo de 2002. Las etnias más numerosas son los Enlhit y los Nivaclé; las tribus más pequeñas, los Guaná, Manjuy y Macá. La mayor concentración demográfica se da en la zona del Chaco central con 48% de la población indígena. Le sigue en importancia la zona del Chaco oriental con 25%, mientras que la menos poblada constituye la zona Chaco norte con 7%.

Situación económica del Chaco Central

El principal potencial económico de la zona sería la aptitud de los suelos para la ganadería y agricultura y cualquier industria (micro – y macro) relacionada a los mismos. También existe un potencial minero importante, que es analizado en este informe

Las estadísticas oficiales socio-económicas y económicas – cuando están disponibles – suelen referirse a la división administrativa de la Región Occidental, mientras que la concentración poblacional y la actividad económica del Chaco Central se producen en la jurisdicción de las tres Gobernaciones.

Generalidades

La delimitación de la zona de influencia para éste trabajo fue hecha principalmente basada en los polos de actividad económica y sus áreas relacionadas con la provisión de materias primas, productos y servicios.

Debido a que los límites administrativos son diferentes a la zona de interés del área del estudio, se estima la participación que tiene la zona del Chaco Central en la producción registrada en los Departamentos por separado, de acuerdo al siguiente enfoque:

- a) En el Departamento Presidente Hayes se establece que el 20% de la producción, tanto agrícola como ganadera, corresponde a la zona del Chaco Central debido a que muchos establecimientos ganaderos se ubican en el sur de éste Departamento comercializando directamente con la Capital o con otros Departamentos de la Región Oriental;
- b) En el Departamento Alto Paraguay se establece que el 90% de su producción está en la zona denominada Chaco Central ya que la mayoría de los establecimientos ganaderos o agrícolas pertenecen a las Colonias Mennonitas e Indígenas o en su defecto, son estancieros que cooperan con leche o animales para carne con las colonias;
- c) El Departamento Boquerón en el que se establece que el 100% de la producción que registra abarca la zona del Chaco Central debido a la alta concentración de establecimientos pertenecientes miembros de las Colonias Mennonitas e Indígenas o estancieros que tienen fuertes vínculos comerciales con las colonias.

Entorno económico del Chaco Central

No existen cifras actualizadas del desarrollo económico del Chaco Central, principalmente porque en las estadísticas nacionales no se considera al Chaco Central como área de análisis. Sin embargo los datos más recientes provienen del estudio de factibilidad técnico y económico realizado para el Acueducto Río Paraguay – Chaco Central, del cual se desprenden los siguientes resultados.

No se dispone de cifras confiables acerca del PIB del Chaco Central. Algunas estadísticas provenientes de la STP estiman su participación en el PIB Nacional en un 5,5 % en 1996. Esta participación es alta comparado con el porcentaje de la población total del Chaco (2,5 %). De esta relación se puede deducir en forma gruesa que el PIB per cápita del Chaco es dos veces mas grande que el promedio nacional, o sea que se sitúa en aproximadamente 3.000 US\$ por habitante.

Las Colonias Mennonitas proporcionan la siguiente información con respecto a sus integrantes:

Cuadro 2.1: PIB per cápita en las Colonias Mennonitas del Chaco Central, 1999

Colonia	PIB (US\$/habitante)
Neuland	11.337
Fernheim	12.086
Menno	10.308

Fuente: información de las Colonias Mennonitas

Las cifras presentadas se refieren a los habitantes de las mismas Colonias Mennonitas. Incluyendo la totalidad de las actividades económicas del Chaco Central de un lado y la totalidad de su población del otro lado, un PIB per cápita del orden de 5.000 US\$ (1999) parece una estimación bastante razonable. Comparándola con la respectiva cifra de 1.360 US\$/habitante del promedio del país,

se demuestra claramente el potencial económico del Chaco Central y su importancia para el Paraguay.

Los productos principales del Chaco Central provienen de la ganadería, agroindustria y agricultura. El área de servicios muestra tendencias crecientes.

En la actualidad los productos chaqueños abastecen sobretodo los mercados nacionales. Sin embargo, ya se presentan perspectivas favorables para la exportación de los productos actuales y potenciales del Chaco Central hacia el exterior. En primer lugar hay que mencionar los mercados de Chile, Brasil y Bolivia.

Sector agropecuario y forestal

Producción agrícola:

De acuerdo a las estimaciones proporcionadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, las mismas dan cuenta de un crecimiento aproximado en el país, en el primer semestre del año 2000 del 1,3% con relación al año anterior, explicado en gran medida por el buen desempeño agrícola de algunos reglones básicos del sector.

En los principales rubros agrícolas se experimentaron variaciones en el área cultivada como también en la producción obtenida, también se registraron alteraciones en el rendimiento de los cultivos.

En el Chaco Central la superficie cultivada de algodón en 1.999 fue de 9.594 Has que representa el 6% del total cultivado en el país, la producción obtenida fue de 7.678 Tn siendo sólo el 4% de la producción total del país en éste rubro. En cuanto al rendimiento, la Región Oriental obtiene 1.247 Kg./ha a diferencia del Chaco Central que consigue 800 Kg./ha quedando claro que la diferencia de rendimiento se debe principalmente a la aridez del Chaco. Los rubros agrícolas, y en especial el algodón se han visto severamente afectados por la disminución del régimen pluvial en la región en los últimos 3 años.

El maní cerró la zafra del período 98/99 con un incremento en la superficie cultivada de 2% con relación a la zafra anterior pero tuvo una variación negativa del 5% en el mismo período comparado. Del total del país el Chaco Central participa en 17,4% de la superficie cultivada y su producción representa el 12,9%.

En lo que respecta al Chaco Central la producción de frutas y hortalizas, si bien existen cultivos, generalmente son para el consumo interno con excepción del pepino que ha tenido un gran desarrollo en la zona de Neuland.

Los principales rubros en la zona del Chaco Central son de acuerdo a la superficie sembrada: sorgo, maní, algodón, tártago y rubros alternativos, como cártamo y sésamo. La actividad agrícola está casi totalmente mecanizada, especialmente en las colonias mennonitas.

Producción ganadera:

En el año 1999 la existencia de ganado bovino en Paraguay fue de 9.647.215 de cabezas, registrándose una disminución del 0,7% con relación al año anterior; la Región Occidental con -1,6% fue la que mayor disminución registró con relación al mismo período del año anterior. De éste total la zona del Chaco Central representó el 13,7% (alrededor de 1.320.000 cabezas), siendo el 92,8% de éstos destinados para carne y el 7,2% conforman los ganados bovinos para leche con lo que se cubre aproximadamente más del 50% de la demanda nacional de productos lácteos.

En la zona de influencia del estudio, existen igualmente otros animales:

- equinos, que en el año 1999 según la encuesta al 1 de junio con 20.268 cabezas, representando sólo el 5,8% del total del país
- ovinos con 33.574 cabezas, siendo el 8,4% de la producción total del país
- caprinos con 28.991 cabezas, representando el 23,8% del total del país.

También se crían aves de corral como ser patos, pavos, guineas, y gallinas entre otros, aunque la mayoría es para el consumo interno. Actualmente no son de importancia pero la disponibilidad de una cantidad constante de agua puede potenciar la producción de algunos de éstos rubros para la explotación comercial.

Producción forestal:

En la Región Occidental el sector forestal es de escasa importancia económica. Se limita más a la explotación de leña y de postes de Palo Santo. Del Palo Santo se produce un extracto (aceites etéricos) en pequeña escala en Loma Plata; único productor de este producto en el ámbito mundial.

Industria, comercio y servicios

El sector industrial del Chaco Central representa aproximadamente el 15% en la generación del valor agregado total a nivel del país. Durante el primer semestre del año 2000 presentó un escaso desenvolvimiento, característica propia de los últimos años creciendo tan solo en 0,9% comparado con el mismo período del año anterior.

Alimentos:

En la industria cárnica el volumen faenado de bovinos en frigoríficos acumulado al mes de junio se incrementó en un 31%, comparado con el mismo período del año anterior, debido al aumento tanto de la demanda interna como externa. La demanda externa se incrementó en un 41%, comparado con el mismo período del año anterior, siendo los principales destinos el mercado brasileño y el chileno, sin embargo en la actualidad con el cierre de varios mercados internacionales por problemas de sanidad animal, el sector carne se encuentra económica deprimida. Por otra parte el consumo nacional aumentó en 18% comparado el primer semestre de los dos últimos años.

En el Chaco Central se encuentran algunas de las principales agroindustrias del país, en especial las que industrializan leche y sus derivados, alcanzando cubrir en

este rubro más del 75% de la demanda nacional. En el año 1999 la industrialización de la leche superó 106 millones de litros. La producción de leche se convirtió en un importante renglón económico; llegando a producirse leche pasteurizada en sachet, leche larga vida (con los diferentes gustos y tipos), crema de leche, dulce de leche, cuajo, suero, diferentes variedades de quesos y yoghurt en diferentes tipos y gustos.

La producción de maní del Chaco Central es la más importante del país. Dicho producto se exporta en parte como maní para confitería y en parte como materia prima para la industria aceitera. Parte del maní para aceite es prensado en las plantas ubicadas en el Chaco Central, obteniéndose aceites y expeler de alta calidad. El expeler último es un importante componente proteico para la producción de balanceados, en especial para vacas lecheras.

El algodón fue un importante rubro agrícola en años anteriores en la zona del Chaco Central. Hoy, igual que el maní, se ha reducido la superficie de cultivo. No obstante sigue siendo un rubro con potencial importancia. La zona algodonera del Chaco Central se perfila como un potencial centro de producción de semillas. El algodón cosechado es desmotado en plantas ubicadas en Filadelfia y Loma Plata. La fibra se exporta principalmente a Alemania.

El procesamiento de la carne, principalmente vacuna, constituye aproximadamente el 50% de la producción económica del Chaco Central. 18 a 20% del ganado vacuno es faenado y vendido localmente a carnicerías o es industrializado junto con una menor proporción cárnica porcina. En la actualidad, aproximadamente el 80% del ganado vacuno para carne es vendido en pie en las ferias o a frigoríficos que en gran parte son faenados para la exportación. El frigorífico CHORTI de Loma Plata se ha constituido en pionero en la producción local de carne y embutidos y a pesar de iniciar con un volumen inicial pequeño (menor a 150 cabezas de ganado bovino por día), puede constituirse en un referente para la producción futura en la región.

Forrajes:

En la zona del Chaco Central existen fábricas instaladas de producción forrajes balanceados para diferentes rubros de la producción animal. Surten a los productores de la zona. La mayor parte de la materia prima (sorgo) es de producción local. Otros componentes son el expeler de maní, de algodón y el pelet de soja.

Madera:

La industria de la madera nacional tuvo un crecimiento del 3% durante el primer semestre del año 2000, comparado con el mismo período del año anterior; crecimiento medido en forma indirecta. Este incremento en la actividad maderera se basa en una mayor demanda externa, la que aumentó en 14%, durante el período de referencia.

En la zona del Chaco Central sólo puede mencionarse que lo poco de madera que se procesa es para el consumo interno; no existe aun una explotación con vistas a la comercialización externa.

Industrias pequeñas y talleres:

En el Chaco Central existe una buena infraestructura de pequeñas industrias (ej: fábrica de molinos de viento, fábrica de galvanizados para techos y canaletas, fábrica de bateas para alimentos al ganado). Servicios variados como talleres mecánicos para vehículos y talleres para maquinarias agrícolas son comunes.

Construcción:

El sector de la construcción creció a nivel nacional durante los primeros seis meses del año 2000, en 3,7% comparado con el mismo período del año anterior. Este comportamiento obedece principalmente al aumento de las obras ejecutadas en el sector público, fundamentalmente las referidas a la construcción de obras viales. Por otra parte, se observa una desaceleración del crecimiento de las edificaciones realizadas por el sector privado durante el primer semestre del mismo año, medido a través de la comercialización de insumos destinados a la construcción (-4,2%) acumulado al mes de junio del 2000.

En la zona de influencia del estudio existen fábricas de ladrillos, que son mayormente utilizados para las construcciones en la zona.

Comunicaciones y transporte:

Durante el primer semestre el sector creció en un 1,9% a nivel nacional. El subsector del transporte terrestre y fluvial de carga creció en 2,2% y 4,2% respectivamente, debido a la habilitación de nuevos puertos privados para el transporte fluvial para los principales productos de exportación. Por otra parte, el subsector de las comunicaciones aumentó en un 3% durante los primeros seis meses del año. No se dispone de cifras o estimaciones particularmente para el Chaco Central.

Energía:

El consumo de energía eléctrica a nivel nacional para uso residencial y comercial se incrementó en un 6,5% acumulado al mes de junio del 2000 comparado con el mismo período del año anterior. Sin embargo el consumo para usos industriales a junio del presente año es inferior en un 2,5% respecto al mismo período del año 1999, hecho que confirma en alguna medida, la falta de una reactivación de las industrias que utilizan éste insumo.

En la zona del Chaco Central la distribución de electricidad está organizada y administrada principalmente por las Colonias Fernheim, Neuland y Menno. Cada una de ellas opera una red de distribución de media y baja tensión en su territorio. La ANDE (Administración Nacional de Electricidad) entrega la energía en la subestación de Loma Plata a través de una línea eléctrica de alta tensión puesta en marcha en Abril de 1998. Esta línea, financiada con la participación de la KfW de Alemania, constituye uno de los principales logros en cuanto a la infraestructura de apoyo al desarrollo regional del Chaco. Para asegurar la amortización de la línea de alta tensión, cuyo costo de inversión es elevado debido a la gran distancia a cubrir, en el Chaco Central se estaba cobrando un recargo del 100 % comparado con la

tarifa nacional, sin embargo, debido a protestas de los chaqueños por dicho sobrecargo, el Gobierno ha decidido subsidiar la diferencia, y aplicar la misma tarifa nacional a todo el Chaco.

Servicios sociales:

En el Chaco Central y especialmente en las principales ciudades de la zona existe una buena infraestructura de servicios sociales administradas por las colonias menonitas; como ser el de hospitales con buen equipamiento para prestar servicios de prevención y atención integral. Sólo en casos de pacientes con cuadros complicados, los pacientes son derivados a médicos especialistas en Asunción. También se cuenta con un Hogares de Ancianos y un Sanatorio Psiquiátrico. Adicionalmente existen servicios sociales por parte de las comunidades Mennonitas a los grupos poblacionales vecinos; como ser el Hospital para Leprosos, la Asociación de Cooperación y Asistencia para la Población Indígena (ASCIM), el Servicio Voluntario Mennonita y los programas de Cooperación y Ayuda Vecinal de las Cooperativas. Los servicios públicos dependientes del Ministerio de Salud son altamente deficientes.

En lo que respecta a la educación se observa una buena infraestructura educativa, que cuenta con todos los niveles, desde la enseñanza primaria y secundaria hasta la formación profesional y docente superior (Ej. Instituto de Formación Docente, Centro de Formación Profesional para capacitar a jóvenes en las diferentes áreas de la actividad productiva y laboral).

Comercio:

El sector comercio a nivel nacional presentó un crecimiento del 1,0% acumulado al mes de junio comparado con el mismo período del año anterior. La mayor actividad comercial se debe a un incremento del comercio exterior, principalmente en las exportaciones totales que se incrementaron en un 10%, aunque las importaciones tan solo crecieron en 0,6% durante el mismo período de referencia.

Si bien no se dispone de la información estadística precisa relacionada al movimiento comercial del Chaco Central, se puede apreciar que en las ciudades ubicadas en la zona de influencia del estudio existe una buena infraestructura comercial, disponiéndose de todas las facilidades (supermercados, estaciones de servicio, negocios de ventas de automóviles y maquinarias, etc.).

Principales obstáculos del desarrollo económico-social

La implementación de dos importantes proyectos de infraestructura, la Ruta Transchaco y la línea eléctrica de alta tensión desde Vallemí a Loma Plata, constituyen parte de las precondiciones básicas para facilitar y agilizar el desarrollo económico-social de la región. Sin embargo, se registran todavía déficits importantes en la disponibilidad de instalaciones de infraestructura y servicios públicos/privados. Actualmente, el problema primordial y perentorio es la carencia de agua potable en cantidad, calidad y continuidad adecuadas. Otros limitantes se observan en partes de las infraestructuras vial, de la energía y de las comunicaciones.

Agua potable

La falta de provisión de agua potable en cantidades suficientes y constantes hace que la escasez de agua es el impedimento más importante al desarrollo económico del Chaco Central, debido a que ya existen industrias que se verían enormemente potenciadas con un abastecimiento de agua adecuado y otros rubros industriales que podrían desarrollarse exitosamente al momento de contar con el líquido vital. En la realidad actual ya se registran pronunciados impases en las agroindustrias (productos lácteos) para el abastecimiento de agua para los procesos de elaboración. Todo el sector de la ganadería de leche está desfavorecido, ya que el consumo de agua de tajamar limita la productividad en las vacas lecheras. Para abastecerlas con agua potable no hay suficiente cantidad sobrante del consumo humano y agroindustrial

El fértil suelo chaqueño en el conjunto con las condiciones hidrogeológicas (peligro de salinización) no permite tecnologías extensivas de riego para aumentar la producción.

Otros factores potencialmente limitantes

Energía:

No es un obstáculo que esté impidiendo el desarrollo de las actividades económicas en el Chaco Central. Sin embargo, un aumento de la demanda producida por un incremento importante de la producción agroindustrial del Chaco Central podría generar un déficit de la oferta de electricidad.

Comunicación:

La distribución de las líneas telefónicas fijas es deficiente en el Chaco Central. También la cobertura de telefonía celular deja todavía mucho lugar para ser ampliada y mejorada. Es de conocimiento común que las telecomunicaciones, e incluyendo las nuevas oportunidades de uso en conexión con medios modernos (Internet etc.) juegan un papel preponderante en el desarrollo económico. Por lo tanto la modernización y ampliación de los sistemas de comunicación debe figurar entre las prioridades en cuanto al desarrollo de la infraestructura del Chaco Central. Debería considerarse la instalación de cableados de fibra óptica para telecomunicación al costado de las nuevas rutas a ser construidas y en la zanja del acueducto Río Paraguay – Chaco Central.

Transporte:

La Ruta Transchaco fue un paso importante para interconectar los centros productivos del Chaco Central con su principal mercado actual, la Región Oriental. Ahora, un mejor enlace con los potenciales mercados futuros de Chile, Bolivia, Brasil y otros se considera necesario para poder aumentar la producción actual y comercializar los nuevos productos que se están desarrollando. Los nuevos ejes viales Pto Casado – Mcal Estigarribia y los ejes hacia el occidente, en procesos de licitación mejoraran sustancialmente la infraestructura vial para interconectar a los

nuevos mercados internacionales de occidente.

Situación ambiental.

Debido a que este tema fue el más tratado en los innumerables informes que se han hecho en el área del estudio, esta Consultora ha decidido incluir en el Anexo 2 toda la información referente a la situación ambiental, y se ha concentrado el informe sobre la principales potencialidades productivas.

Marco institucional del sector de agua y saneamiento en Paraguay

Las instituciones con competencia en el abastecimiento de agua en el Paraguay son CORPOSANA y SENASA, sin embargo existen otras instituciones involucradas como los Municipios y las Gobernaciones, juntas de agua y micro-empresas denominados aguateros.

Essap (Ex -Corposana):

Fue creada por Ley No. 244 del 26 de octubre de 1954 como Corporación de Obras Sanitarias, con el objetivo de elaborar los proyectos, la construcción, explotación exclusiva y la administración de las obras y servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en Asunción. La ley de creación fue ampliada por la Ley No. 1095 del 9 de marzo de 1966, que extendió las funciones de CORPOSANA para incluir a todas las ciudades del país con los mismos objetivos, además de adicionar la responsabilidad de la institución a la elaboración de proyectos, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de desagüe pluvial en las mismas ciudades.

Ante el fracaso de la privatización de ESSAP, y la indefinición actual de su futuro como empresa de servicios sanitarios de Paraguay, la misma sigue operando como prestador del Estado, y están bajo su responsabilidad los habitantes del Gran Asunción y 57 cabeceras de distritos de más de 4000 habitantes, cubriendo, en teoría, una población urbana de alrededor de 2.089.688 personas. ESSAP actúa en coordinación con diversas municipalidades del país, a través de convenios en los aspectos de suministro de alcantarillado sanitario y agua potable. En el sector ambiental la institución tiene un Departamento Ambiental que se encarga de la coordinación y fiscalización de los estudios de impacto ambiental y otros estudios ambientales de las obras que involucran aspectos ambientales de consideración. Su capacidad actual de endeudamiento se encuentra muy limitada y es poco probable que la misma invierta en obras de agua o saneamiento en el Chaco Central.

Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA):

El Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental es un organismo técnico del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social creado por la Ley No. 369 del año 1972, además es la Autoridad Administrativa que vela por el cumplimiento del Código Sanitario, que fuera aprobado por la Ley N°836 de 1980. Sus funciones incluyen la ejecución y supervisión de programas de saneamiento ambiental,

relacionadas con la provisión de agua potable, disposición de residuos sólidos, control de alimentos, higiene y seguridad ocupacional, desagüe en zonas rurales y en poblaciones urbanas de hasta 4.000 habitantes. A partir de la promulgación de la Ley N° 369, quedaba tácita la jurisdicción de CORPOSANA en las comunidades urbanas de más de 4.000 habitantes. La administración de los servicios de agua y saneamiento se delega a Juntas de Agua y Saneamiento formadas por representantes de los Municipios y de la comunidad. Las funciones que tenía el SENASA sobre Control Ambiental han sido traspasadas en este momento a la Secretaría del Ambiente, creada recientemente. En la actualidad SENASA ha iniciado un programa de abastecimiento de agua a Comunidades Indígenas del Chaco Central con financiación del Banco Mundial y tiene previsto cubrir a la totalidad de los asentamientos del Chaco Central con sistemas tradicionales compuestos por tajamares, molinos de viento y tuberías.

Dirección de Recursos Hídricos

Es una Dirección dependiente de la Gobernación de Boquerón, encargada de la investigación de recursos de agua para el Chaco. Su papel fue muy importante en la prospección de fuentes de agua en toda la Región, y han desarrollado gran cantidad de información y datos científicos con el apoyo financiero de la BGR de Alemania. Sin embargo con la finalización de la Cooperación Técnica mencionada, y debido a la falta de recursos económicos, se encuentra en la actualidad muy deprimida y marginada, con una baja importante de todo su personal técnico. Su apoyo es importante para cualquier emprendimiento en desarrollo de sistemas de agua y saneamiento en el Chaco, debido a su experiencia y al Banco de Datos técnicos que administra.

Municipios:

En el Paraguay existen 221 municipios de diversas categorías, clasificados en base al número de sus habitantes. Los mismos se rigen por la Ley Orgánica Municipal de 1987. El Artículo 166 de la Constitución Nacional de 1992 les otorga autonomía, aunque el Gobierno Central puede intervenirlos, cuando exista causa que lo justifique.

De acuerdo a la Ley Orgánica Municipal, los municipios son los encargados de brindar en sus respectivas comunidades, algunos servicios relacionados con el sector sanitario, tales como la recolección y disposición final de los residuos sólidos, la desinfección de locales públicos y el control de calidad de los alimentos. Aunque en la actualidad no tienen competencia en materia de agua y saneamiento, con la promulgación de la Ley 1614/2000 se abre la posibilidad de las mismas puedan asumir la titularidad de los servicios. Ya existe media sanción en el Parlamento de una ley que reglamente el traspaso de la autoridad de los servicios a los Municipios, Asociaciones de Municipios o Gobernaciones.

Gobernaciones:

Fueron creadas con la Constitución Nacional de 1992, según artículo 161. Las Gobernaciones comenzaron sus funciones el 15 de Agosto de 1993, sin contar con un presupuesto aprobado. Actualmente están en proceso de reorganización institucional por la creación de Secretarías de Medio Ambiente (ej: Central, Cordillera y Ñeembucú). Algunas de las Gobernaciones coordinan y apoyan económicamente la perforación de pozos e instalación de sistemas de agua potable en compañías o barrios, funciones de CORPOSANA y SENASA hasta tanto sean declaradas como funciones de las Gobernaciones por Ley. También promueven la ejecución de obras de irrigación y canalización, defensa fluvial, etc. En el sector de disposición de efluentes coordinan con las instituciones responsables del control de la contaminación ambiental las acciones de monitoreo y control.

La Ley 426/94 (carta orgánica de los Gobiernos Departamentales) establece en su artículo 47 la posibilidad de transferencia de los servicios públicos a los Departamentos quedando bajo responsabilidad de estos el patrimonio y la prestación del servicio.

Es una de las disposiciones claves para facilitar la descentralización de las competencias en el área de los servicios públicos, incluyendo el agua potable. Sin embargo, su envergadura está condicionada por los nuevos lineamientos que establece la recién emitida Ley ERSSAN.

Marco Regulatorio y participación privada

Las inversiones necesarias en el sector de agua potable y alcantarillado en los próximos veinte años para alcanzar una cobertura nacional del 70% de ambos servicios están estimadas en cerca de US\$ 1.500 millones (ver análisis del PLANASAM). Esta ampliación es fundamental como parte del mejoramiento de la salud poblacional. Existen en la zona del Gran Asunción cerca de 300 distribuidores privados de agua, sin que su producto cuente con un control adecuado de calidad.

Debido a que la inversión supera la capacidad de la empresa pública ESSAP en su estado financiero y organizacional actual, para su cumplimiento se deberá necesariamente involucrar el sector privado. Esta situación ha motivado la elaboración de una ley de creación del ERSSAN (Ente Regulador de Servicios Sanitarios), el cual tiene a su cargo el ordenamiento del sector con miras a facilitar la concreción de las inversiones necesarias.

El ERSSAN, está compuesto de un consejo directivo y de un cuerpo técnico, que regula las concesiones para la provisión de los servicios, tanto a operadores públicos y privados, y también las modalidades de operación de los mismos.

Tiene funciones normativas (Artículo 10: “.. puede dictar normas de carácter general o particular ...”) y regulatorias, de supervisión y de administración. Establece las reglas del juego y tiene competencias para supervisar y controlar su implementación y cumplimiento.

La Ley ERSSAN establece además (derrogando varios artículos de otras leyes, entre otras de la Ley 426/94), que la “titularidad de la competencia para prestar el servicio será siempre de naturaleza pública y corresponde al Estado Paraguayo. La delegación del ejercicio de facultades y deberes de esa competencia a favor de los gobiernos municipales o, en su defecto departamentales, deberá ser regulada por ley, en la cual deberá preverse las condiciones para que se opere dicha delegación”.

Esta parte es importante para los sistemas de distribución de agua en el Chaco, ya que establece las condiciones generales para una descentralización de los servicios públicos de agua y saneamiento y determina que ésta tiene que ser sancionada por ley. Para facultar a los gobiernos municipales y departamentales del Chaco a tomar un rol activo en el futuro esquema de agua en el Chaco es necesario que se sancione la Ley que reglamenta el traspaso de la titularidad de los servicios, documento obrante en la actualidad en el Parlamento.

Además de la Ley ERSSAN, que es la mas reciente, el marco legal de los nuevos sistemas de agua para el chaco están conformados por las Leyes 1618/00 (de concesiones de obras y servicios públicos), 1533/00 (régimen de obras públicas), 1309/98 (royalties y compensaciones en razón del territorio inundado), el Código Civil Paraguayo (parte que trata de servidumbres) y el decreto 4639/99 (creación de la Comisión Acueducto), y el Reglamento de la Ley 1614/2000 establecido por decreto 18880 de octubre de 2002, para mencionar algunos elementos claves.

6 Potencialidades de desarrollo de la región

6.1 Proyectos importantes de desarrollo

Los principales proyectos de desarrollo industrial que fueron ya concebidos por el sector privado en la región son:

- a) Ampliación de la industria láctea. Además de potenciar las instalaciones industriales existentes para aumentar la producción de leche y sus derivados (proyectos de ampliación ya están estudiados), aprovechando la existencia de una demanda actualmente insatisfecha, también se puede instalar una planta de fabricación de leche en polvo, la cual permitiría sustituir las importaciones en este rubro y competir en mercados de la región.
- b) La construcción de un matadero/frigorífico en Neudorf, a 8 km de Loma Plata ha constituido todo un logro para la región, ya que permite faenar el ganado en el Chaco Central descartando así los gastos de traslado de animales en pie, el mismo incluye también la instalación de una fiambrería de primer nivel para satisfacer parte de la demanda nacional de embutidos.
- c) El envasado de verduras y hortalizas producidas por sistemas de riego por goteo se ha iniciado con éxito en la colonia Neuland, en especial el pepino, cuya industrialización requiere poca demanda de agua. Es una perspectiva de proyección no solo al mercado nacional, sino también internacional incluyendo Europa y América del Norte.

- d) La producción y envasado (UHT) de jugos de frutas cítricas: Será para aprovechar la excelente calidad de frutas que se obtiene debido a las condiciones ideales en el Chaco Central (condiciones climáticas comparables a regiones limítrofes del Mediterráneo).
- e) La industria de cuero. Partiendo de la excelente calidad del ganado vacuno, en lo que a calidad de pelaje se refiere, podría aprovecharse para el procesamiento de cuero mediante la instalación de una curtiembre y generar nuevas perspectivas relacionadas con el procesamiento del cuero curtido.
- f) Otras industrias. En la Colonia Neuland se plantea la instalación de una fábrica de almidón. Ya existen los estudios de factibilidad pertinentes.

Los proyectos expuestos son apenas ejemplos para demostrar el potencial de desarrollo económico que tiene la zona de influencia del estudio. La descripción no es una cobertura completa. La región no tiene proyectos de desarrollo económico concebidos desde el sector público.

6.2 El potencial minero del Chaco

Introducción

La extensa planicie chaqueña con algunos relieves topográficos en puntos geográficos definidos, como los de Cerro León, San Alfredo, Cabrera, Fuerte Olimpo, Galván, Confuso y Verde, entre otros, es una región que constituye poco más del 60 por ciento del territorio nacional.

El subsuelo del Chaco paraguayo presenta cuatro cuencas sedimentarias, Curupayty, Carandaity, Pirizal o Purity y Pilar o Paraná. De estas, las tres primeras tienen hidrocarburos, (petróleo y gas) comprobados.

Las cuencas de Curupayty y Carandaity son continuidades de las del territorio boliviano, en cuyo subsuelo existen yacimientos comerciales, algunos de ellos ya en explotación.

Asimismo, la de Pirizal o Purity es parte de lo que existe en el lado argentino, donde se encuentra en explotación Palmar Largo.

En el Chaco también se ha comprobado la existencia de gas e impregnaciones de petróleo en varias perforaciones (Gabino Mendoza, Picuiba, Toro, Gato) y el del empresario Cano Martínez, correspondiente al yacimiento Independencia.

A más de hidrocarburos, existen otros potenciales conocidos como: baritina, arcillas expandibles, mineral de hierro (ocre), evaporitas (yeso, calizas y cloruros) y rocas de ornamentación.

Casi todos estos materiales son conocidos sin haberse realizado estudios sistemáticos. Debido a que el Chaco paraguayo tiene rellenos de sedimentos provenientes de áreas mineras muy ricas, como las del territorio boliviano, es de esperar también la existencia de otros tipos de minerales.

i- Materiales Limo-Arcillosos Para Su Eventual Uso Como Arcilla Expandida (Chaco Central)

La arcilla expandida es un agregado inerte utilizado para la industria de la construcción en hormigones estructurales para obras civiles y como integrante de mezclas asfálticas para uso vial.

La tecnología de este material, nacida como respaldo a la necesidad cada vez mayor de elementos que pudieran atender con ventajas a las rígidas especificaciones de los proyectos modernos, se desarrolló fundamentalmente en la década del 30 en Estados Unidos y Europa, donde tuvo una inmediata área de aplicación como elemento estructural liviano y aislante en hormigones para obras civiles, siendo desde entonces un producto de uso normal en todos los países que poseen este material. La arcilla expandida permite obtener hormigones de muy alta resistencia específica a la vez que de reducido peso y alta característica de aislación termo - acústica, lo que posibilitó su incorporación a la industria de la construcción, siendo en la actualidad ampliamente utilizada en estructuras de edificios, puentes, viaductos, etc., así como en la industria de la prefabricación liviana y pesada.

Con respecto al uso de arcilla expandida en obras viales, este gran mercado de utilización se originó en la década del 50 en los estados de Texas y Louisiana (U.S.A.) como respuesta tecnológica a un problema técnico-económico derivado de la carencia de agregados naturales para la construcción de extensas áreas de la red de esos Estados. Un caso similar al Chaco Paraguayo.

La experiencia subsiguiente obtenida en tramos reales luego de favorables resultados preliminares de laboratorio, permitió comprobar un sensible beneficio adicional derivado del uso de este producto, ya que tramos equivalentes pavimentados con mezclas, utilizando concreto asfáltico con agregados pétreos, necesitaban ser recapados con una frecuencia, aproximada de 5 años, que disminuyó a 8 — 9 años en los casos en que se reemplazó el agregado pétreo por arcilla expandida.

Es de destacar asimismo que el costo inicial de construcción de un pavimento flexible de arcilla expandida, es sensiblemente inferior a un pavimento equivalente de agregados pétreos, motivado fundamentalmente por su menor peso específico.

Independientemente de lo anterior, otra ventaja derivada de la utilización de arcilla expandida, es el mayor coeficiente de adherencia que mantiene el pavimento durante toda su vida útil, particularmente en superficies húmedas o mojadas y en carreteras de alta velocidad.

La explotación de materiales arcillosos de distintos sectores del Chaco Paraguayo para la fabricación de arcillas expandidas (arcillas klinkerizadas) posibilitaría la introducción de un producto apto y rentable para todo tipo de redes viales y a un costo mucho más económico que el derivado de áridos gruesos y finos que requieren ser traídos desde grandes distancias.

Por otra parte, la inversión necesaria para la fabricación de este producto requeriría la construcción de un horno rotativo, similar a los de la industria

cementera, que no implica un costo elevado y que puede ser rápidamente amortizado. En cuanto a la explotación de los materiales arcillosos dada que se tratan en su mayoría de cuerpos superficiales, es factible su extracción a cielo abierto, con un bajo costo de extracción y tratamiento.

La ausencia de materiales pétreos en el Chaco central Paraguayo (salvo en la zona de Cerro León - areniscas y cuarcitas), ha conducido a un estudio preliminar de suelos y concentraciones limo-arcillosas, en general, como posibles fuentes de agregados comerciales que puedan utilizarse satisfactoriamente en carpetas bases y sub-bases de pavimentos.

La utilización de agregados livianos cuya base esencial corresponde a las "arcillas expandidas" y conocidas también como "ripiolitas", constituye una posibilidad para los grandes emprendimientos viales de la región del Chaco por el abaratamiento de costos de transporte. Por otra parte, desde lo estrictamente técnico a nivel mundial, en los últimos años se sugiere cada vez más su uso por los resultados altamente satisfactorios en resistencia y durabilidad.

A los efectos señalados se ensayaron 22 (veinte y dos) muestras de distintas zonas del Chaco, cuyos resultados iniciales son recomendables para proseguir con los estudios de 12 (doce) muestras, estos últimos resultados de análisis se dan en este informe. (ver más detalles en el Anexo 4)

ii- Gas Natural

El gas natural es un material indispensable para la obtención de amoniaco, que es utilizado para la fabricación de los fertilizantes químicos.

Además de ser una materia prima requerida para la producción, también constituye un combustible económico y ecológico.

El gas natural por lo general tiene un bajo costo en boca de pozo, pero frecuentemente los yacimientos del mismo se encuentran muy alejados de los núcleos urbanos e industriales. Por este motivo, su transporte hasta el lugar de consumo representa uno de los mayores obstáculos para este combustible.

Paraguay no tiene tradición de ser un país productor de gas natural ni de hidrocarburos líquidos, y aunque varias compañías extranjeras y nacionales han realizado estudios sísmicos y perforaciones de exploración, no se han tenido resultados positivos a nivel comercial y los pozos fueron nuevamente cementados. Sin embargo esto no significa que no existan hidrocarburos en el territorio paraguayo, pues para afirmar ello se deberían realizar muchas mas perforaciones y estudios. La excepción de lo expresado anteriormente constituye el caso del pozo Independencia I, que fue perforado por la compañía del Sr. Primo Cano Martínez y que no fue cerrado, siendo en la actualidad el único capaz de producir gas natural en nuestro país.

Mayores datos técnicos se encuentran en el Anexo 4.

iii- Energía Eólica y Solar

Uno de los objetivos que debe ser alcanzado en nuestro país es el aprovechamiento de los recursos energéticos con el mínimo costo. En vista de que existen comunidades o regiones muy aisladas que aún no pueden ser asistidas por la energía eléctrica, creemos conveniente la búsqueda de otras alternativas de energía, que puedan ser utilizadas para incrementar su productividad.

Así como la frontera Este de nuestro país cuenta con un gran potencial hidroenergético, el Chaco paraguayo dispone de buenas tierras para la agricultura, un potencial de gas comprobado (el cual debe ser evaluado) y una gran perspectiva para desarrollar la zona en base a la utilización de energía eólica y solar, ambos, recursos naturales renovables.

Aún con las limitaciones de datos que tenemos en relación a los vientos, los que normalmente se deberían obtener en los aeropuertos mediante aparatos que se llaman anemómetros (para medir su velocidad), a los que conocen el Chaco paraguayo llama la atención el potencial de energía eólica que existe desde la frontera Noroeste con Bolivia, hasta el Chaco central aproximadamente.

Esto se puede evidenciar en el mapa geológico del Paraguay, ya que los sedimentos modernos de grano finos, transportados por los vientos son depositados desde dirección Noroeste al Suroeste. Asimismo, hemos investigado y explorado los datos que se tienen en la provincia vecina de Santa Cruz (Bolivia). En esta ciudad y sus alrededores se han obtenido los siguientes datos: vientos de entre 18 y 29Km/h el 40% del tiempo; entre 29 y 24Km/h el 22% del tiempo; entre 0 y 18Km/h el 35% del tiempo; y solo un 3 % tiene vientos superiores a los 43Km/h.

Por lo tanto se considera que en esta región la velocidad del viento es suficiente para operar aerogeneradores y bombas de agua, tan importantes para los pozos del Chaco, especialmente los del acuífero Yrendá

Por otra parte se tiene la energía solar también recurso natural renovable que cubre todo el país con la intensidad adecuada. El Paraguay se encuentra entre los países mas favorecidos del mundo por lo que también esta puede ser aprovechada, mediante transformadores adecuados.

Un gradual aprovechamiento de este recurso energético es muy conveniente cuando no existe en la región energía convencional, por ejemplo: obtención de agua caliente para uso doméstico e industrial, invernaderos para aprovechar la productividad de hortalizas, destiladores, cocina, hornos, secado industrial y agrícola, calefacción, aire acondicionado, conversiones termoeléctricas, fotovoltaica y foto química, entre otros.

Por lo tanto, es importante la diversificación de la fuente de obtención de energía para áreas lejanas, por que son más económicas y sustituyen a los hidrocarburos que actualmente se utilizan.

iv- Yeso

Las evaporitas son un grupo de depósitos sedimentarios formado por precipitación de sales procedentes de cuerpos de disoluciones concentradas, rodeados de tierra. Como la concentración es ocasionada por la evaporación, se ha llamado, colectivamente, a estos depósitos evaporitas. Los mas comunes son el yeso $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, la anhidrita CaSO_4 ; la sal de roca o sal gema, denominada también halita o sal común. Las calizas y dolomitas precipitadas químicamente.

Los depósitos en explotación se encuentran en la región Pablo Lagerenza, Chaco Paraguayo, en sedimentos de la formación Chaco de edad Terciaria. Los “lentes “ de este mineral son de gran extensión, pero deberán ser explorados sistemáticamente por medio de perforaciones con recuperación de testigos en toda su manifestación, para evaluar los reales volúmenes existentes y verificar su calidad en toda las muestras.

Otros indicios de posibles depósitos de interés se encuentran en el departamento de Concepción, en los alrededores de Vallemí y en las planicies y bancos de los ríos Aquidabán e Ypané. Asimismo, en la del río Piribebuy y arroyo Tobatiry.

De acuerdo a su calidad, se lo puede utilizar como mejorador de suelo en la agricultura, fabricación de pinturas, cocido en sus diversos tipos, para cosméticos, tabiques, moldes, adornos, estatuas, medicina, etc. Sin embargo, mas del 90% se aplica a la construcción. Según nuestras estadísticas: en moldura, 19%; enduido de paredes, 48%; yesos de construcción, 23%; y retardador de cemento portland, 4%.

En el Anexo 4 se presntan los Yacimientos de yeso estudiados en la región.

v- La Baritina

En los alrededores de la ciudad de Fuerte Olimpo, Departamento de Alto Paraguay, (Chaco Paraguayo), se ha verificado la existencia de un filón metálico en uno de los cerros del área. Se trata de la baritina o sulfato de bario.

Las observaciones se hicieron sobre trabajos ejecutados en una labor minera elástica manifestada en rocas compactas, tal como la de un túnel de aproximadamente 1.60m. de altura y, posiblemente, de una profundidad de 8 a 10m. de largo. Esta mina, se encuentra abandonada.

El mineral fue explotado en la década de los años cincuenta por una de las compañías petroleras norteamericanas, con el objeto de utilizarlo para el barro de perforación, (la baritina le otorga la densidad necesaria para la extracción del “cutting” o muestras trituradas por la broca o el trépano cuando avanza la perforación).

La baritina se presenta en rocas del tipo riolitas, que son el equivalente del grano fino de los granitos, en uno de los cerros existentes en las cercanías de la pista de aterrizaje, están rellenando las fracturas de las rocas, por lo que presumimos que este depósito es de origen hidrotermal, o dicho de otra manera, de la última capa de la diferenciación magmática.

El mineral extraído es muy puro, denso, pesado, de colores preferentemente claro, entre blanquesinos y grisáceos, con cristales tabulares de tamaños medianos a pequeños.

Dado que este mineral tiene muchísimas aplicaciones, tales como la que ya hemos mencionado (en la industria de los hidrocarburos), para medicina, mediante la obtención de diversas sales de bario, en la industria de la pintura, plásticos, goma, vidrios y otros y, dependiendo de su calidad y la forma de su adquisición (en bruto o en polvo purificado), los precios pueden variar entre 40 y 160 dólares americanos por tonelada.

En vista de que aún no fueron realizados estudios de exploración sistemática, para verificar su volumen y cantidad y debido a que podría estar acompañado de otros importantes metales como la celestina o sulfato de estroncio, y la galena, o sulfato de plomo, se justificaría la investigación de este a través de algunas perforaciones rotativas con recuperación de testigos y análisis químicos cuantitativos, con el objeto de determinar su explotación para incorporarlo como una alternativa para el desarrollo del sector minero nacional.

vi- Rocas Ornamentales

Area de Fuerte Olimpo

Ubicada en los alrededores del paralelo 21° y del meridiano 58° existen afloramientos rocosos con acantilado vivo, sobre el río Paraguay, rocas precámbricas, los cerros Las Tres Marías y Barrero.

Efectivamente a lo largo de 6Km. a la margen derecha, estos se constituyen en una de las únicas áreas de afloramiento geológico.

En vista al posicionamiento estratégico en la región del Chaco paraguayo y por sus volúmenes y la calidad de las rocas comprobados por sus parámetros físicos, químicos, mineralógicos, son cada vez mas codiciadas para las obras de Ingeniería a gran escala por su aplicación como material de construcción en diques reguladores, muros de protección, estructuras de control de aguas de inundaciones, proyectos viales, puentes, edificios, etc.

Formación Cerrito (Cerro Koeyú)

Abarca las intrusiones en ambas márgenes con un diámetro de aproximadamente 6Km.

La mayor expresión topográfica se encuentra en el lado brasileño, en el cerro Pao de Acucar; este se eleva por encima de la Planicie del Pantanal con cerca de 400m. de altitud. Petrológicamente constituyen sienitas nefelínicas o augíticas y traquitas.

El posicionamiento de estas rocas en relación a las rocas encajantes no puede ser visualizado dado que sus contactos se hallan cubiertos por los actuales a aluviones y por la Formación Pantanal. Representan estas rocas unas de las más antiguas manifestaciones alcalinas ocurridas en borde occidental de la Cuenca del Paraná, como resultado de una reactivación de la Plataforma Sudamericana en el triásico.

Geocronológicamente a través de dataciones K/Ar ejecutadas en biotitas y feldespatos potásicos se establece una edad próxima a 220 m.a. o sea triásico.

Por ser mayor la estructura en el lado brasileño, se dan los siguientes aspectos: nombre Fecho dos Morros que se relaciona con la ruptura de las serranías por el río que corre apretadamente por rocas vivas que dejan apenas una abertura o superficie de salida. Está constituida por rocas alcalinas, ubicada cerca de 25Km. al norte de la ciudad de Porto Mortinho, a la izquierda del río.

Los afloramientos mencionados constituyen una serie de pequeños cerros a excepción del Pan de Azúcar, normalmente son convexos de poca expresión topográfica, secundadas por sedimentos recientes de la Formación Pantanal y actuales aluviones.

Constituye un embudo o "funil" en el curso del río Paraguay. En efecto, existe un control estructural que influye en el control de inundaciones por su efecto regulador. Cualquier alteración del área deberá afectar necesariamente el régimen hidrológico, resultando en un eventual aumento de las inundaciones aguas abajo del complejo de Fecho dos Morros/Área de Cerrito y la pérdida del nivel paisajístico.

7 Perspectivas para el desarrollo socioeconómico de la región.

Con relación al desarrollo económico y el crecimiento de la población, se debe atender la necesidad de un progreso paralelo de desarrollo social en todas sus facetas: salud e higiene, ingresos, empleo, educación, etc. Al realizarse proyectos económicos, es legítimo esperar que los mismos tengan su impacto positivo sobre la situación de empleo y el ingreso familiar. También en los sistemas de organización social actualmente vigentes deben estar previstas las medidas necesarias para seguir desarrollando infraestructuras de salud y educación. Su realización se facilita mediante el aumento del valor agregado que producen los proyectos económicos.

La implementación de nuevos proyectos económicos y el desarrollo normal de las actividades económicas del Chaco Central están estrechamente relacionados al aumento considerable de disponibilidad de agua potable. Al continuar la escasez del recurso vital, el proceso de desarrollo económico en el Chaco Central corre peligro de estancarse y junto a él se estancará el desarrollo socioeconómico y sociocultural.

Adicionalmente a la relación directa de la situación socioeconómica y sociocultural con el problema de abastecimiento de agua, se constata también una relación con la situación de higiene del hogar vinculada con la calidad del agua y las circunstancias de la oferta, el transporte y el uso. La higiene a su vez influye en la salud de la familia (los primeros afectados son los niños), causando un deterioro del nivel y de calidad de vida, costos sociales y gastos personales.

De esta forma las perspectivas socioeconómicas y socioculturales muestran tendencia favorable siempre y cuando mejore la situación del factor limitante principal en el Chaco Central: el suministro adecuado de agua potable. Al no materializarse sistemas adecuados de abastecimiento de agua, las perspectivas de desarrollo social y económico a mediano y largo plazo no pueden ser positivas

Las inversiones previstas desde la óptica del Gobierno todavía no contemplan una planificación estratégica bajo los escenarios de la provisión de sistemas de infraestructura sustentables, y este es un tema sobre el que hay que empezar a trabajar ahora. No debe considerarse las inversiones en rutas, telefonía o sistemas de agua con hechos aislados para sustentar la economía actual del Chaco, sino más bien como plataformas necesarias para un mayor desarrollo de la región.

De manera a tener una visualización de las inversiones realizadas en la Región Occidental fue realizado un inventario de proyectos con financiación externa en etapa de ejecución reembolsables y no reembolsables, y con recursos propios que se hallan en etapa de negociación.

Las inversiones en el año 2003 han sido muy modestas y entre las mismas podemos citar:

Inversiones con **financiamiento local**, fueron presupuestadas para el corriente año los siguientes. Proyectos:

Alto Paraguay:

- Construcción y mantenimientos de rutas: 1525.3 millones de Gs.

Boquerón:

- Proyecto de construcción y pavimentación de acceso a Loma Plata: 1730,0 millones de Gs.
- Aprovechamiento hídrico del Río Pilcomayo : 1480,0 millones de Gs.

Sin embargo, escasamente fueron ejecutados dichos presupuestos.

Con **financiamiento externo no reembolsable** ejecutados y en ejecución se destacan lo siguiente:

- Parque Tinfunqué: fuente de Cooperación de la Comunidad Europea con el objetivo de estudiar el deterioro medioambiental que se está produciendo en el Parque Nacional Tinfunqué. Entidad Ejecutora: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Aprovechamiento de los Recursos de Aguas Subterráneas: fuente de Cooperación de Alemania con el objetivo de organizar y cualificar a la Dirección de Recursos Hídricos (DRH) en Filadelfia. Boquerón . Entidad Ejecutora: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Estación Experimental Agrícola Chaco Central: fuente de Cooperación de Alemania con el objetivo de utilizar adecuadamente los recursos naturales del Chaco Central. Entidad Ejecutora: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Área de influencia especialmente en Boquerón con un aporte aproximado de 1.700. 000 US\$
- Desarrollo Sustentable del Chaco. PRODECHACO: fuente de Cooperación de la Unión Europea con el objetivo de lograr en desarrollo la Región Occidental. Entidad Ejecutora: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Área de influencia en

Boquerón, Alto Paraguay y Presidente Hayes con un aporte aproximado de 13.000.000 US\$ previsto para abril del 2003.

- Plan Estratégico Años 2001/2005 en el Área de Democracia y Medio Ambiente en los Departamentos de Boquerón Y Pte. Hayes y otros departamentos fuera de la región en el cual se invertirán 32.000.000 US\$
- Donación realizada en Noviembre del 2002, a fin de proveer alimentos a las comunidades indígenas de los Departamentos de Boquerón, Pte. Hayes y Alto Paraguay, afectadas por la sequía 50.000 US\$ con la Cruz Roja Paraguaya

Con **financiamiento externo reembolsable** en ejecución se destacan los siguientes proyectos de influencia en el área de estudio:

Impacto Directo:

- Programa De Preinversión STP – BID: Estudios de Preinversión en la zona del Chaco central por un monto de 40.000 US\$
- Proyecto De Abastecimiento De Agua Potable En Dptos. De Frontera. Fonplata
- Salud Materna Y Desarrollo Integral Del Niño. BIRF:

Líneas de acción establecidas: a) El acceso fácil a los servicios de salud en sus diversas ofertas de atención y promoción, b) Priorización de la atención primaria básica de la población desprotegida del área rural y peri-urbana, con énfasis en el binomio madre-niño, c) Fortalecimiento del proceso de descentralización de los programas y servicios de salud mediante la implementación de actividades coordinadas de los tres niveles de Gobierno en la Sociedad: Gobierno Central, Gobierno Departamental y Gobierno Municipal, d) Creación de los Consejos Departamentales y Distritales de Salud para dar cumplimiento efectivo al Diagnóstico y Justificación del Proyecto.

Presupuesto: Monto aproximado de 30.000.000 US\$

- Programa De Corredores De Integración Del Occidente. BID
- Programa De Corredores De Integración Del Occidente. Caf
- Programa Nacional De Caminos Rurales II. BID
- Mejoramiento De Rutas Ii (Pavimento Asfáltico Caminos Vecinales Y Troncales). JBIC

Impacto Indirecto :

- Programa Global De Empleo Para La Microempresa Ii. BID
- Reforma De Educación Básica II Etapa. BID
- Programa De Corredores Viales. BID
- Abastecimiento De Agua Potable (Senasa). BIRF IV
- Programa De Apoyo Al Sistema Ambiental Nacional. BID
- Programa De Apoyo a La Implementación Del Censo 2002. BID

En el listado de Proyectos en Ejecución con **Financiación Externa** por Departamento notamos un monto mayor de inversiones en el **Dpto. de Boquerón**(Construcción de la fase final de la Ruta Transchaco, Electrificación de la zona). En Pte. Hayes se hallan importantes proyectos viales (Tramo Chacoí - Gral. Brugués, Pozo Colorado - Concepción), además de proyectos sociales al igual que en Alto Paraguay (Abastecimiento, de agua potable, Fortalecimiento del Sector Salud).

Estos mismos proyectos al ser clasificados por institución, revelan que el MOPC es en este momento la entidad pública con mayor inversión en la región.

En el listado de Proyectos en Negociación por Departamento, observamos nuevamente un mayor desembolso en el Dpto. de Boquerón. Los proyectos se concentran principalmente a lo largo de la Ruta Transchaco, con mayor densidad en el Chaco Central (Colonias Mennonitas, Mcal. Estigarribia). Además se distinguen otros proyectos en la periferia de la región (Villa Hayes, Pozo Hondo).

Es notoria la falta de proyectos en el Sector Social (Cuadro de Proyecto en Negociación por Institución), sobre todo en área de salud y educación. Las grandes distancias y la dispersión de los habitantes generalmente dificultan la provisión de servicios a la población excepto los más indispensables, como son escuelas primarias y puestos de salud.

Finalmente, haciendo un contraste entre el monto total de los proyectos en ejecución con financiación externa en el país y en la Región Occidental vemos que un porcentaje relativamente bajo de la inversión total del país se dirige a la Región Occidental.

8 Identificación y Localización de las fuentes de agua

La presencia y característica de las aguas subterráneas en el Chaco, su distribución, migración y calidad se determinan principalmente por:

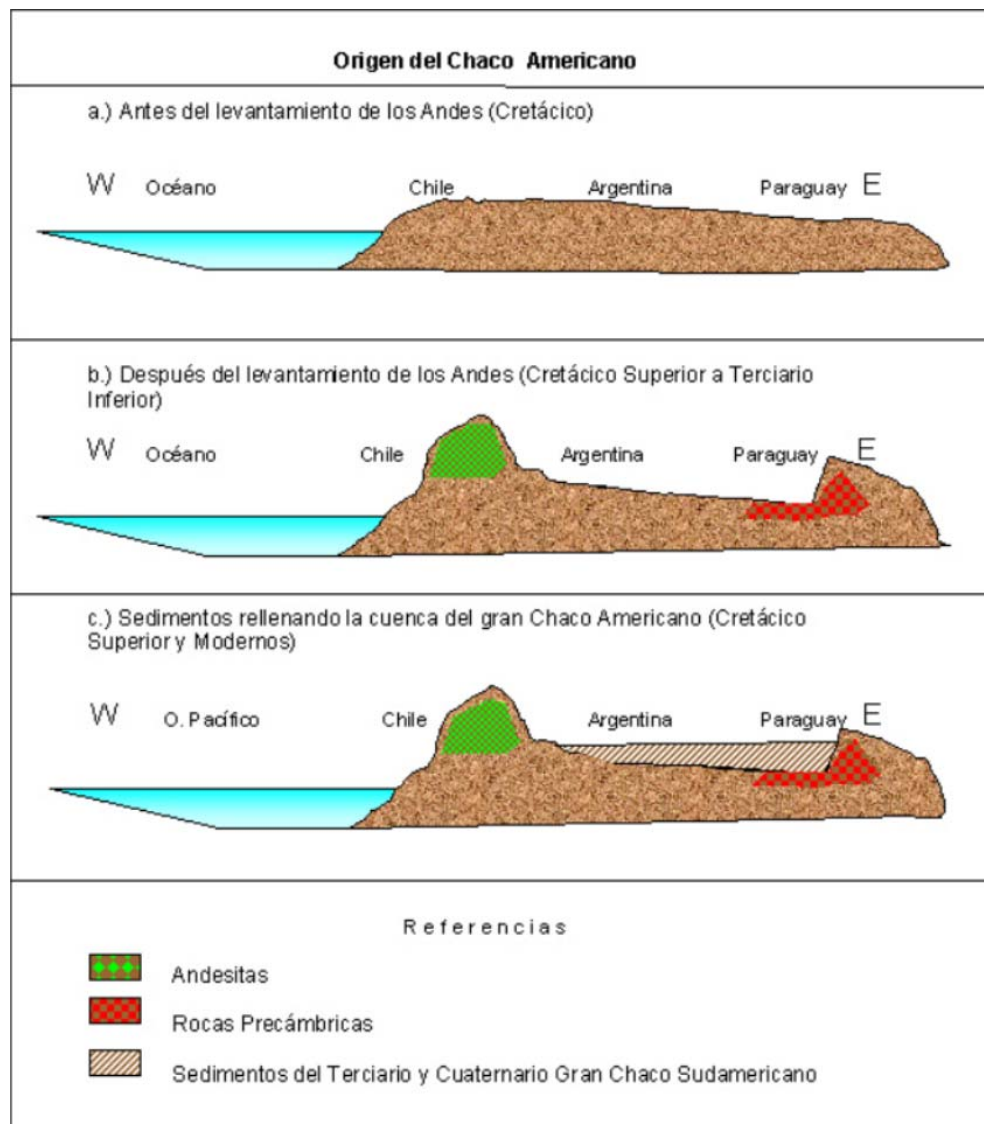
- El origen del Chaco.
- Geología del Chaco Central.
- Morfología y cobertura vegetal.
- Las características de los sedimentos (composición química y granulometría)
- Las condiciones de las precipitaciones para la recarga (cantidad e intensidad absoluta).
- Característica de los acuíferos.
- La posibilidad de drenaje

8.1 Origen del Chaco

El cenozoico en el Paraguay (70 millones de años) está marcado por amplia movimentación vertical con sedimentación de flanglomerados y volcanismo en la región oriental y la conformación final de la Cuenca del Chaco, iniciado a fines del Cretácico como una nueva unidad geotectónica en la región occidental. Creemos aquí que las fases tecto – orogénicas, asociadas a la configuración de los Andes tuvieron una parte importante en el desarrollo de los eventos geológicos con estas edades en el Paraguay.

Los materiales provenientes del levantamiento de la cadena andina (cretacico superior a terciario) permiten el relleno sedimentario, desarrollando la Gran Cuenca del Chaco. Actualmente afloran en su mayor parte sedimentos posteriores al cretácico los de edad terciaria (Formación Chaco) y cuaternario.(Graf 8.1 – fuente:Dr. J.H.Palmieri).

GRÁFICO N° 8.1



Teruggi (1970) manifiesta que al comenzar el ciclo tectónico andino (principios del terciario), a lo largo de sus distintas fases, la región paraguaya y mesopotámica (Argentina) sufrieron una serie de repercusiones que reactivaron los movimientos verticales e hicieron descender la Cuenca Chaqueña. Se produjo la ingresión del llamado mar Entreriano, que inundó al norte de la provincia de Buenos Aires, parte oriental de Entre Ríos, porción oriental de Corrientes y parte del Chaco. Los sedimentos depositados en esta cuenca deben ser considerados teniendo en cuenta un ambiente confinado, dando depósitos lacustres, deltaicos y palustres. Este mar tenía una ligación sur y habría sido de poca profundidad.

Por lo tanto, los sedimentos del Chaco son productos de erosión procedentes Andes, que han sido transportados en una alternancia fluvio - eólica hacia el Este.

8.2 Geología del Chaco Central

Marco geológico

Los conocimientos geológicos referente al Chaco Paraguayo, sobre todo respecto a la cobertura de sedimentos sueltos recientes, son todavía muy escasos. Esto se explica por la infraestructura poco desarrollada, y además por la situación geológica; porque aproximadamente el 80 - 90% de la superficie se compone de sedimentos finos Cuaternarios y eventualmente también Terciarios, varias veces redepositados, los cuales se encuentran generalmente cubiertos por una vegetación más o menos densa. Además no se conocen todavía recursos minerales de alto valor económico, los que podrían haber levantado mayor interés geológico en esta región. En la mayor parte del Chaco las excavaciones para la construcción de la ruta Transchaco o las aguadas artificiales para la acumulación de aguas pluviales (denominados "tajamares") son los únicos lugares que permiten escasos y someros exámenes en los 2-3 metros superficiales de los sedimentos Cuaternarios. Con respecto al subsuelo más profundo se adquirió alguna información a través de la prospección de hidrocarburos.

Terciario

Los sedimentos terciarios no se identificaron como afloramientos superficiales pero sí en los perfiles de las perforaciones de hidrocarburos. Son areniscas, arcillitas y esporádicos conglomerados con espesor variables hasta aproximadamente 1.100m. en total (WIENS, 1995) que se encuentran por debajo del cuaternario.

Esta formación aflora en el Norte del Paraguay Occidental, abarcando un área de 35.800Km². La denominación sedimentos del Chaco aparece con ECKEL (1959), que atribuyó a esta unidad una edad Terciaria/Cuaternaria.

Los únicos accidentes geográficos que emergen de la gran planicie chaqueña con Cerro León, Cerranía de San Alfredo y Cerro Cabrera, en el Norte, y contados afloramientos en el río Paraguay. El relieve, salvo suaves ondulaciones, está tipificado por la nivelación general (planicie), con pendiente regional muy suave

hacia el Este . Fuera de los accidentes topográficos mencionados anteriormente, se resalta la región de medanos al Oeste con relieve suave ondulado. (Lemos, 1983).

Los sedimentos depositados en la cuenca del Chaco en esta época, deben ser considerados teniendo en cuenta un ambiente confinado dando depósitos lacustres, deltaicos y palustres y que el mar enterriano (Mioceno Superior), habría sido de pocas profundidades de las aguas. El ambiente restringido y la evaporación contribuyeron, en gran manera, a la ocurrencia de evaporitas.

En la parte basal de esta unidad, se presentan arcillas y limos grises con concreciones y lentes de yeso. Arenas finas, limos y arcillas pardo rojizas suprayacen a la anterior en forma concordante y constituyen lo que podría considerarse como Chaco Inferior. Una secuencia más arcillosa que la anterior, se desarrolla cubriéndola y, al parecer, es el techo de las unidades del terciario.

La observación del espesor de la unidad considerada como la edad terciaria, en la cuenca del Chaco, muestra un significativo aumento en dirección Sur. En los pozos de Toro I, Mendoza y Madrejón, el terciario está descrito con un espesor de 105, 386 y 137 metros, respectivamente. En la parte central del área, las perforaciones Santa Rosa, La Paz y Lopez, acusan 906,610 y 1.512 metros para los sedimentos del terciario. Más al Sur, los pozos Pirizal y Berta describen 2.869 y 3.249 metros para esta unidad.

En la actualidad, la sedimentación y erosión de ambientes fluviales y eólicos, representan la tranquilidad de la cuenca (Teruggi 1970). Según Lemos (1983) los dos aspectos geomorfológicos importantes del área son:

La presencia simultánea de cauces estrechos y profundos (antiguos) que concentran agua en unos pocos meses del año;

Valles incipientes (modernos) que conservan algo de humedad superficial hacia el periodo seco.

En región de médanos y mantos hay una predominancia de los suelos de granulometría arenosa. Los procesos eólicos han predominado en la formación de la topografía local, que es suavemente ondulada a ondulada en el sector medanoso. Entre las líneas de médanos se localizan mantos arenosos de relieve plano a ligeramente ondulado (Lemos 1983).

Según el mismo autor, la fotointerpretación esquemática del área indica un pequeño sector Noroccidental, en que habría materiales calcáreos a escasa profundidad, formando una cresta que termina en Cerro León. Al Nordeste, el área se caracteriza por presentar un modelo fluvial que no está orientado en sentido Este-Oeste, como ocurre en todo el Chaco, sino Suroeste-Noreste. Este hecho, fue verificado como un prolongamiento de la dirección estructural del Alto de Boquerón. Lemos (1983) menciona aún, que otra característica importante de esta parte Noreste de la región, al Noreste de la formación Chaco, es la presencia de médanos con algunos afloramientos de calcáreo. Existe también presencia de dunas estabilizadas.

Unidad T/Q Indiferenciada

Es una de las tres unidades estratigráficas del Cenozoico del Paraguay Occidental, abarcando un área de 93250Km². Existe escasa información geológica sobre el área, aunque sí, algunas observaciones sobre la geomorfología y suelos de la región, en el trabajo de Lemos (1983). Superficialmente se caracteriza por una red de drenaje actualmente iniciada y colmatada con materiales de granulometría mas gruesa (arena).

La consecuencia morfológica de la alta densidad de paleocauces colmatado, es un moldeado superficial compuesto por una asociación de unidades de paisaje, entre los que predominan los interfluvios relictuales de la planicie antigua y los paleocauces.

Los suelos del interfluvios son de textura media con horizontes sub superficiales, que poseen a veces texturas finas. Las sales están frecuentemente presentes en estos suelos que sustentan una vegetación xenofítico. En los paleocauces colmatados, la granulometría mas gruesa del suelo o cubierta superficial, favorece los procesos de drenaje profundo.

En la zona central del Chaco, donde predominan paleocauces colmatados, vuelven a aparecer suelos de textura arenosa (rogosoles éutricos), que debido a la alta macroporosidad y permeabilidad han facilitado la lixiviación profunda de las sales solubles, determinando la ausencia de salinidad de los perfiles, lo que hacen que los suelos sean cultivados en la región.

En la región centro oeste existe predominancia de suelos bien desarrollados, con un horizonte de acumulación de arcilla. Las sales solubles suelen presentar concentraciones considerables en esos suelos, sobre todo en el área que presenta diseño fluvial vinculado a crecientes del río Pilcomayo.

Cuaternario

Es muy difícil hacer un relevamiento geológico respecto a la cobertura de sedimentos sueltos del cuaternario, que existen sobre el terciario. Esto se explica por la casi inexistencia de afloramientos, la infraestructura poco desarrollada y la densa cobertura vegetal.

Los sedimentos cuaternarios del Chaco han sido investigado profundamente por los edafólogos del proyecto MAG-BGR. El mapa de suelos de los mismos se usó en la descripción de los sedimentos del cuaternario, además se utilizó como base para la elaboración del mapa geológico. Se interpretó su desarrollo, fluvial y eólico a través de su textura e interpretaciones de imágenes satelitales. La clasificación estratigráfica se realizó por determinaciones de edades de unas unidades claves.

Los sedimentos cuaternarios que ocupan la mayoría de la superficie chaqueña son de edad Tardi-glacial (Paleoceno) / Holoceno Inferior hasta Holoceno Superior / Reciente.

Los sedimentos del Tardiglacial / Holoceno Inferior se encuentra en gran extensión en la parte Oeste del Chaco. Son arcillas limosas y limos de origen fluvial que muestran huellas de paleocanales depositados en la fase húmeda que duró aproximadamente desde 12500 hasta 8000 años 14C. Estos sedimentos son probablemente productos de grandes inundaciones, movimientos suaves de aguas del oeste al este y continuas redeposiciones del material fino.

El clima de húmedo volvió a ser árido hace alrededor de 8000 años. Se encuentra por ejemplo dunas longitudinales agrupadas en la zona fronteriza con Bolivia. Pero también se desarrollaron diferentes paleocauces de los ríos Pilcomayo y Parapití con sedimentos arenosos. Los paleocauces del río Parapití son visibles entre las dunas. Las interpretaciones de las dataciones de termoluminiscencia y la manera de sedimentación refleja un clima generalmente árido interrumpido de precipitaciones torrenciales. Los paleocauces del río Pilcomayo alcanzan las zonas Este de las colonias menonitas. En general los sedimentos de esta época se concentran en el Chaco Oeste y Central.

Desde hace 2700 años 14C se desarrollaron suelos en depresiones. Los sedimentos del Holoceno Superior y del Reciente aparecen en los valles subrecientes y recientes en cauces antiguos del Río Pilcomayo como limo arcilloso y como coluviones en áreas bajas, periódicamente inundables. En los valles del Bajo Chaco (Chaco oriental) se encuentra arena limosa de origen fluvial.

Sedimentación eólica del Holoceno

Las dunas ubicadas en el Chaco Occidental se pueden identificar en las imágenes satelitales a través de su forma; las diferencias de vegetación entre cresta y el resto del conjunto de la duna facilitan aún más la identificación.

En las imágenes satelitales se puede ver, sin lugar a dudas, que los sedimentos de las dunas son productos de erosión eólica del sistema fluvial del Río Parapití, eventualmente también del Río Grande; ambos trasladaron, en el transcurso del tiempo su cauce desde el Sur hacia el Norte. Se observan las distintas generaciones de cauces hídricos abandonados, en cuyas riberas hacia el Sur comienzan las dunas. A través de la ubicación, forma y dirección de las dunas se puede concluir que el material ha sido transportado por el viento del Norte hacia el Sur. WERDING (1977) ya había indicado las inter-relaciones generales.

Como se concluye, de las perforaciones de la DRH (Dirección de Recursos Hídricos) que llegan a profundidades de hasta 300 m, las áreas de deposición de sedimentos arenosos y arcillosos, no han variado durante períodos prolongados. Probablemente por debajo del actual área de las dunas, hoy morfológicamente más alto, podría existir una cuenca de mayor extensión del paleo - río Parapití.

Estudios sedimentológicos del proyecto muestran que las partículas, en los sedimentos finos del Cuaternario del Chaco Central, solamente un bajo porcentaje son transportados eolicamente. Dentro de esta cantidad limitada aparecen granos muy finos para los cuales se deben suponer mayores distancias de transporte. Con la ayuda de imágenes tomadas por el Space Shuttle en la región del Altiplano se reconoce alta erosión eólica de polvo que sube hasta alturas de más de 10000m.

Una de las corrientes en esta altura es el "jetstream" dirigido hacia el este, directamente desde el Altiplano hacia el Chaco. La posibilidad es grande de que este material de granulometría muy fina proviene de esta parte de los Andes, donde es movilizado a causa de actividades agrícolas. (Erosión eólica de gran tamaño pueden reconocerse en imágenes de NOAA - AVHRR, en el Río Grande del Chaco boliviano).

8.3 Morfología y cobertura vegetal

El Chaco Central Occidental comprende el área desde el Oeste de las Colonias Mennonitas hasta el meridiano 60°30´.

Dentro de esta unidad fueron definidas 3 sub-unidades según criterios morfológicos que reflejan diferentes suelos y unidades de vegetación:

Parte Occidental del Chaco Central

El área de los suelos de bosque abarca alrededor del 80% del Chaco Central occidental. La vegetación natural es un bosque de arbustos espinosos.

Desde hace 25 años este bosque es deforestado en superficies cada vez más grandes para implantar pasturas. Hacia el Oeste, el terreno se eleva suavemente y se encuentra a alrededor de 130 a 150 m s.n.m. El terreno es plano con un declive menor a 1%. Existen algunos ríos no perennes (que han erosionado el terreno hasta una profundidad de 2 a 3m.)

Dentro de esta área existen diferentes tipos de suelos. En las imágenes satelitales TM no se han podido determinar como unidades propias porque en parte se extienden en superficies muy pequeñas y por lado no siempre es determinante la relación entre comunidades de vegetación y suelo.

En estas áreas del Chaco Central la napa freática es muy profunda y los suelos se caracterizan por una textura limoso - arcillosa, de poca infiltración, con una reacción (PH) del suelo neutral a levemente alcalina, y como una alta saturación de bases. Son típicas, las distintas profundidades de descalcificación que pueden variar entre 30 y 130 cm. En varias oportunidades se han observado zonas de enriquecimiento de carbonatos que en parte son separadas por capas libres de carbonatos.

En la mayoría de los suelos del Chaco Central los horizontes superiores contienen marcadamente menos arcilla que los horizontes inferiores; Se caracterizan por un horizonte B más rico en arcillas, que se encuentra mayormente a una profundidad de ~ 30 a 70 cm.

Los suelos de bosque mayormente son utilizados para pastura (pastura cultivada). Cuando están húmedos, los suelos son difíciles de trabajar con máquinas, debido a sus propiedades plásticas - viscosas. Surgen fuertes compactaciones que se manifiestan aún varios años después

Parte Oriental del Chaco Central

El límite entre el Chaco Central Oriental y Occidental está trazado aproximadamente por la línea que forman el N.S. aguas con distancias de 3m. a la superficie terrestre. El Chaco Central Oriental se encuentra alrededor de 100 a 130m. s.n.m. y morfológicamente casi no se diferencia de la parte occidental mas alta.

La diferencia fundamental entre ambas regiones son los mayores contenidos de sal en el suelo, lo que se refleja en la vegetación con un mayor porcentaje de plantas halófitas. A través del ascenso capilar el agua subterránea salina llega cerca de la superficie terrestre, en áreas mas bajas, por ejemplo en los cauces de algunos arroyos temporarios la sal se cristaliza en la superficie terrestre.

Parte de transición con el bajo Chaco

El área de transición entre el Chaco Central y el Bajo Chaco está caracterizado por el aumento de palmares y suelos arcillosos. El área es drenado hacia el Este a través de los ríos Montelindo, Verde y Negro.

Debido a la granulometría fina y la densidad del suelo, la infiltración es muy escasa y presentan anegamiento después de una precipitación elevada. La mayoría de los Solonetztes tiene un horizonte con contenido de yeso en el subsuelo, el cual puede ser reconocido claramente en el perfil por manchas de colores claros. Los horizontes superiores normalmente están libres de Ca^{++} hasta una profundidad de 50 cm. En estado seco, los suelos se endurecen mucho, provocando fisuras de contracción, los que raras veces superan los 30 cm de profundidad.

Estas áreas son utilizadas para pastoreo extensivo, son raros los desmontes de grandes superficies. Debido a las propiedades físicas poco favorables (poca infiltración, riesgo de anegamiento, labranza difícil) y en parte debido al alto contenido de sales (sobre todo de sodio) no existe mejor forma de utilización de la tierra, siendo la carga animal muy baja, garantizando un uso a largo plazo sin daños ecológicos.

El patrón de vegetación del Chaco, sobre todo en la región Sudoeste, parece un paleo - delta tipo "pata de gallina"; aunque en realidad los brazos tienen diferentes edades. El Río Pilcomayo de hoy corre en su totalidad hacia el Sur de este sistema.

Los típicos suelos de los "Campos Altos" de menor espesor que se encuentran más hacia el Norte, son Planosoles.

8.4 Características de los sedimentos

Durante el transporte se produjo un proceso de selección, de tal manera que, el material más grueso fue depositado preferentemente en el Oeste y el más fino hacia el Este del Chaco. Por la disminución de la energía de transporte se han depositado mayor cantidad de material en el Oeste, lo que dio como resultado, en la parte sur del Chaco paraguayo, un relieve con declive hacia el Este de aproximadamente 360 m snm hasta 60 m snm en el Río Paraguay.

En algunos pocos sitios se puede estimar el producto de sedimentación de los últimos 2 500 años. En los suelos del Chaco Central llegó a un promedio de un metro, comprobado por determinaciones geocronológicas ^{14}C . Cálculos mediante la

carga sedimentaria actual del Río Pilcomayo se aproximan a este valor, así que se puede aplicar el producto de sedimentación como orientación y/o valor indicativo para el Holoceno; local y temporalmente existirán posiblemente también otras condiciones.

Los sedimentos del Chaco sureño son productos de erosión procedentes de los Andes, que han sido transportados en una alternancia fluvio - cólica hacia el Este.

Durante el transporte se produjo un proceso de selección, de tal manera que, el material más grueso fue depositado preferentemente en el Oeste y el más fino hacia el Este del Chaco. Por la disminución de la energía de transporte se han depositado mayor cantidad de material en el Oeste, lo que dio como resultado, en la parte sur del Chaco paraguayo, un relieve con declive hacia el Este de aproximadamente 360 m snm hasta 60 m snm en el río Paraguay. De acuerdo a la morfología transcurre la dirección del efluente y se inclina el buzamiento del N.S. hacia el Este, disminuyendo el N.S. del nivel libre del agua desde el Oeste hacia el Este.

8.5 Las condiciones de las precipitaciones para la recarga

El Chaco Paraguayo pertenece a la zona de transición entre el clima semiárido y el húmedo. "Semiárido" significa que por un largo tiempo existe un régimen deficitario de humedad porque la evaporación potencial es mayor que la precipitación. En general se registran las precipitaciones en el Bajo Chaco con 1.400 mm (promedio) disminuyendo hacia la frontera con Bolivia en el Oeste, a aproximadamente 500 mm.

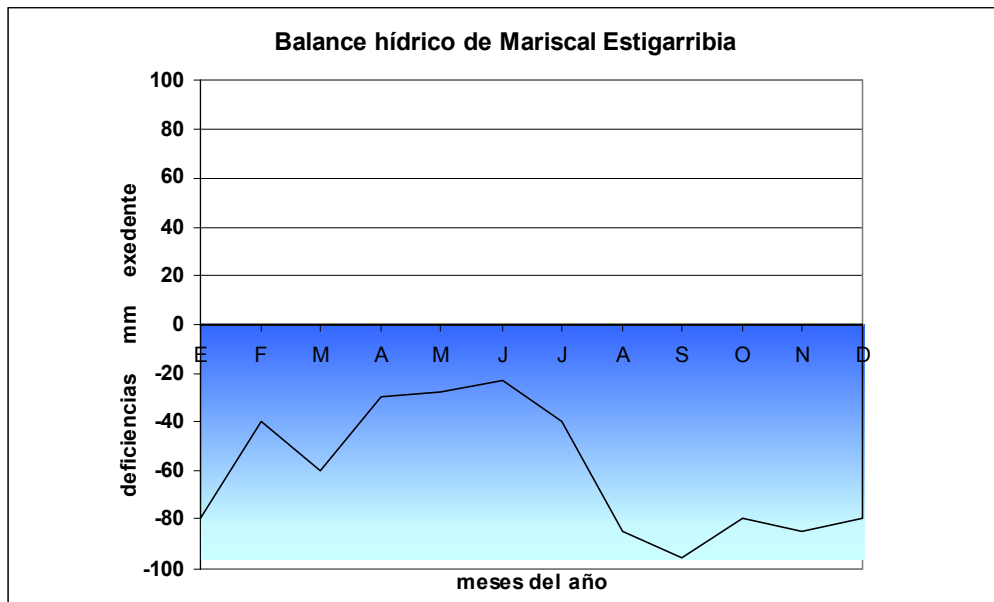
Las determinaciones de evaporación potencial existentes son muy puntuales, pero en general se estima la evaporación potencial en aproximadamente 2.200 mm en el Oeste y en aproximadamente 2000 mm en el Este. En todo el Chaco las temperaturas promedios anuales están por arriba de 23°C.

En el Oeste aparecen diferentes niveles de aguas subterráneas con diferentes grados de salinización. En el Este, en cambio, hasta ahora se han encontrado solamente aguas subterráneas saladas. La salinización de las aguas subterráneas es el resultado de una evaporación más elevada en relación a la precipitación (ver Gráfico N° 8.2). En una zona de transición (al Oeste de las Colonias Mennonitas) el afluyente de aguas subterráneas dulces, desde el Oeste, está oprimiendo las aguas saladas de los estratos más profundos.

La falta de agua dulce en las arenas de los campos es debido a que las precipitaciones no son suficientes para una infiltración directa.

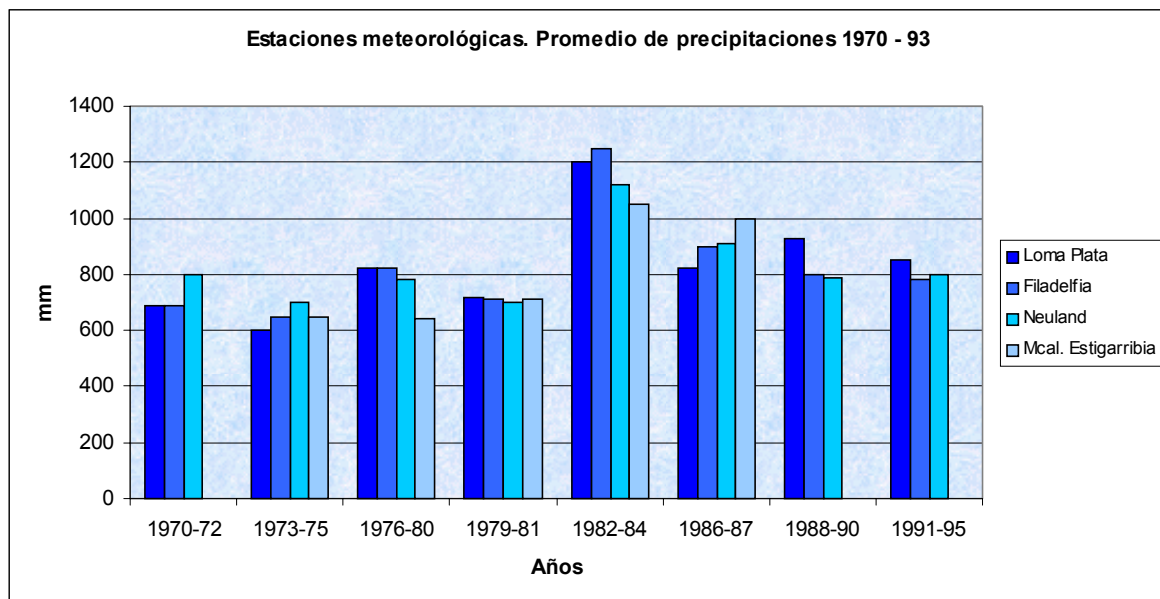
Los datos promedios sobre precipitaciones en el Chaco no son muy ilustrativos para la recarga de los acuíferos y la agricultura, siendo importante saber con qué fuerza y qué frecuencia caen las precipitaciones. Si las lluvias son pocas pero fuertes, se van a acumular superficialmente grandes cantidades de agua que pueden llegar a favorecer la formación de aguas subterráneas, mientras que para la agricultura son más bien perjudiciales porque las plantas precisan humedad prolongada, Si las precipitaciones ocurren en intervalos y en cantidades moderadas no pueden llegar a formarse aguas subterráneas pero la agricultura es favorecida.

Gráfico N° 8.2|



Mediciones de precipitaciones en las Colonias Mennonitas, en el Chaco Central y en Mcal. Estigarribia se reflejan en el Gráfico 8.3 (El resumen de los datos fue proporcionado gentilmente por la Estación Experimental Chaco MAG/GTZ). Se resumieron ciclos de 3 años respectivamente a partir de 1970, calculándose el valor promedio anual para destacar la situación especial de los años 1982 a 1984 que se atribuyen al fenómeno El Niño. Se observan que las precipitaciones promedio entre 1970 y 1981 alcanzaron 750 mm, mientras que en los años 1982 y 1984 subieron a alrededor de 1 100 mm. Después vuelven a caer los valores sin alcanzar los niveles bajos anteriores.

Gráfico 8.3



Fuente: Colonia Mennonita DINAC-DMH

8.6 La posibilidad de drenaje

Drenaje

El drenaje en el Chaco es determinado principalmente por:

- ✓ condiciones de precipitación en la región
- ✓ relieve poco pronunciado
- ✓ menor energía de relieve (gran distancia hacia la planicie de marea absoluta)
- ✓ contacto permanente o temporal con el agua subterránea
- ✓ procesos anteriores morfogénéticos - fluviales, determinantes para sistemas de drenaje más jóvenes
- ✓ la distribución de sedimentos de variada permeabilidad

La historia de los sistemas fluviales en el Chaco comienza con el levantamiento y plegamiento de los Andes y de los cinturones pre - andinos durante el Plio - Pleistoceno. Los ríos Pilcomayo, Paraptí y Grande han influido en forma determinante en los procesos de drenaje y de sedimentación en el Chaco desde la configuración del cuadro geológico global, presente con los Andes y su cuenca adyacente en el Este. Penetraron en el plegamiento andino en forma constante y en las cadenas andinas durante su levantamiento y han transportado agua con productos erosionados hacia el Chaco. Sus fuentes alcanzan hasta zonas andinas altas.

Por las imágenes satelitales y las observaciones de campo se puede deducir que la carga sedimentaria fluvial en la historia de los ríos han tenido fluctuaciones; de mayor impacto a través de los conocidos cambios climáticos, actualmente más conocidos.

Los sistemas de desagüe interiores en el Norte del Pilcomayo son, además de una serie de cauces más cortos, los sistemas de desagüe de los ríos Confuso, Aguaray Guazú, Negro, Montelindo, Siete Puntas y Verde. Estos presentan cortes morfológicos más profundos en el área Este de las Colonias Mennonitas, región en la cual el nivel del agua subterránea se acerca a la superficie y donde empieza el drenaje de la misma. Como el agua subterránea se encuentra generalmente muy salada, los ríos llevan, sobre todo en épocas secas, agua salada.

Menos salinos son los ríos Confuso y Aguaray Guazú, alimentados a través del Río Pilcomayo. También el Río Siete Puntas es menos salino porque no es muy profundo, llevando casi exclusivamente agua. de lluvia y alcanzando sólo localmente al agua subterránea.

Los ríos Verde, Siete Puntas, Montelindo, Negro, Aguaray Guazú y Confuso han sido analizados desde Junio de 1992 con respecto a su nivel y su conductividad eléctrica. Las observaciones no siguen un ritmo fijo, sino han sido incluidas dentro de las actividades de ida y de vuelta de los viajes al campo.

8.7 Características de los acuíferos

La estimación más reciente del número de pozos perforados en la región del Chaco se estima en menos de 500, con profundidad media de 100m. Entre los acuíferos se caracterizan los siguientes:

Acuíferos del Chaco del periodo terciario

Acuíferos Regionales de gran extensión: Con importancia para obtener agua dulce. Incluye acuífero de Chaco Oeste (Tco*); denominado Yrendá.

Chaco Oeste: Acuífero del Chaco occidental del periodo terciario (**Tco***), es parte de la inmensa cuenca del Chaco, que incluye regiones de Argentina, Bolivia y Paraguay. Aunque se extiende a lo largo de todo el Paraguay occidental, actualmente, agua subterránea dulce en gran extensión se ha encontrado solamente en los extremos de la zona noroccidental. Hacia el Este y Sureste, un límite vagamente definido de agua salada delinea los bordes extremos donde se puede encontrar agua dulce en profundidad. El agua es extraída de pozos de 80 a 230m. de profundidad. El caudal medio es superior a los 15m³/h y el caudal específico de 1.6 m³/h/m.

Comprende entre 1.000 a 2.000m. de espesor, en algunos casos se estima que podría llegar a un máximo de 5.000m. Está representado por depósitos de arena fina y arcillas en los cuales puede encontrarse carbonatos, yeso, anhidrita y cloruros diseminados. Aunque se extiende a lo largo de todo el Paraguay Occidental, agua subterránea en gran extensión ha sido encontrada solamente en los extremos de la zona noroccidental y occidental de la región, así como en el norte con el área fronteriza (Bolivia).

La recarga del acuífero se produce por infiltración directa de la precipitación y de los ríos en territorio boliviano, especialmente a lo largo de una faja de pie de monte que corre paralela a los bordes montañosos subandinos; esto se puede observar claramente en el mapa hidrogeológico boliviano.

Chaco Este (TQce*): Acuífero del Chaco occidental. Alternancia de arenas finas limosas, limos y arcillas con intercalaciones delgadas de yeso y carbonatos; su espesor puede alcanzar centenas de metros. **Ausencia de agua subterránea dulce en cantidades significativas.** Es continuación hacia el Centro y Este del acuífero Chaco Oeste (**Tco***)

Acuífero Yrendá

Bajo el nombre de Complejo Acuífero Yrendá figuran las aguas subterráneas confinadas y semi - confinadas ubicadas al sur de la línea de 21° grados de latitud

sur. Se encuentran en diferentes niveles, generalmente a más de 50 m de profundidad y llegan a espesores de 25 a 45 m. El complejo acuífero normalmente se compone de arenas finas, a veces también de arenas medianas, intercaladas con estratos aislantes de material arcilloso.

Hasta una profundidad de aproximadamente 350 m se ha podido comprobar que aumenta la salinidad de acuerdo a la dirección del efluente subterráneo, hacia el Este, es decir; **en el Oeste predominan aguas de buena calidad**, mientras que en el Este son saladas.

Acuíferos del Chaco del periodo cuaternario

Se encuentre en el relleno de viejos cauces en el Chaco central a profundidades que van entre 3 y 10m. La calidad del agua varía ampliamente de dulce a salobre, y está íntimamente relacionada a las condiciones de infiltración topográficamente controlada. **Los caudales de los pozos son pequeños y satisfacen necesidades domésticas**. La práctica de recarga artificial indica posibilidades racionales del desarrollo de los acuíferos a través del almacenamiento.

Acuífero Aluvial

Acuíferos locales, con dimensiones muy limitada o con circulación restringida a líneas o puntos esporádicos y con bajos caudales, siendo solamente aprovechables para demanda locales.

En esta categoría se incluye a acuíferos de extensión muy limitada, como los lentes en formaciones sedimentarias y los bolsones de agua dulce encontrado en los depósitos de las distintas generaciones de cauces en el Chaco.

A este grupo pertenecen las formaciones geológicas de agua subterránea aúna nivel muy modesto: Paleocauces ((Qcp*), Mesocauces (Qccs*).

Mesocauces: Acuíferos del Chaco Central y Sur del Periodo Cuaternario (Qccs*). Los sedimentos en mesocauces están situados en el Chaco Central y Sur, formados en antiguos cauces de una generación de ríos y arroyos mas jóvenes que los paleocauces colmatados (véase el anterior). Generalmente con espesores de 1 a 36m. Su permeabilidad es moderada y los canales de los pozos se presentan con un valor promedio de 8 m³/h. El agua dulce está en pequeños bolsones en de agua salobre y salada y proviene de la precipitación local a veces con aporte superficiales.

Los sedimentos de este acuífero están relacionadas al Cuaternario Chaco Aluvial. El Acuífero Aluvial está formado por cuerpos de agua subterránea freáticos, sólo a veces confinados, compuestos de arenas finas, que han sido transportados por los cuantiosos afluentes del Chaco hacia sus áreas inundables. Su agua subterránea generalmente es salada, solo a veces aparecen pequeñas lentes de agua dulce temporarias, que prácticamente flotan encima de las aguas saladas.

Las inundaciones anuales causadas por aguas procedentes de precipitaciones y deshielo andino, son responsables de la formación y recarga de los yacimientos de agua dulce en un ambiente de agua salada predominante.

Acuífero Paleocauce (Campo)

Acuíferos del Chaco Central del periodo cuaternario (**Qcp***). Los paleocauces se encuentran en el relleno aluvial de viejos cauces en el Chaco Central, a profundidades de 2 a 10m. La calidad del agua varía ampliamente de dulce a salobre y está íntimamente ligada a las condiciones de infiltración topográficas controladas. Los caudales de los pozos son pequeños y satisfacen necesidades domésticas. La práctica de recarga artificial indica posibilidades razonables de desarrollo de los acuíferos a través del almacenamiento.

Este Acuífero Paleocauce (**Qcp***) se trata de cuerpos de aguas freáticas y semi - confinados que se han formado en los paleo sistemas de drenaje acumulados de ríos chaqueños. Los sedimentos se componen predominantemente de arenas finas con granos bien redondeados y bien clasificados. A veces están intercaladas con lentes arcillosas muy poco permeables. Las aguas subterráneas generalmente son saladas, con “lentes de agua dulce flotantes” que pueden ser aprovechados. Aquí ocurre infiltración indirecta y el nivel superior de las aguas subterráneas se encuentra fuera de la influencia de la evaporación.

El espesor de estos cuerpos de arena en el área de las Colonias Menonitas varía mucho y llegan a >25 m. Forman serranías morfológicas de vanos metros por encima de la llanura de los “sedimentos arcillosos del monte”, lo que se podría atribuir a una inversión del relieve por causa de una compactación heterogénea, a su función como ríos de albardones, o ambas circunstancias.

Características Hidrogeológicas de las formaciones acuíferas

Región occidental																				
Acuífero	Profundidad (m)					Caudal (m ³ /h)					Caudal Específico (m ³ /h/m)				Nivel Estático medio (m.a.s)	Espesor (m)			K	T
	media	min	max	n	% < p	media	min	max	n	% < p	media	min	max	n		media	min	max		
Chaco Oeste (Tco*)	157	57	309	98	53	14.6	0.5	45.5	82	66	1.6	0.2	3.7	44	14-49	21	6	84	2.5	55
Chaco Centro Sur (Qccs)	25	10	52	43	60	8	0.1	24.0	15	60	2.9	0.6	5	9	1.5-24	9	1	36	-	-
Chaco Paleocauces (Qcp)	17	8	42	78	68	6.2	0.5	24.0	19	63	1.8	0.3	4.7	25	3-17	5	1	17	-	-

n = Número de pozos

m.a.s = metros debajo de la superficie

% < p = porcentaje de pozos inferior a la media

K = permeabilidad

T = transmitividad

Características Hidroquímicas de las formaciones acuíferas

Acuíferos	HCO ₂	SO ₃	CL	NO ₂	Total	Na+	K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Total	Residuo fijo	CE	pH	SAR	Alc
Chaco oeste (Tco)	79	24	35	-	2.77	49	1	13	2	2.97	219	292	-	3.35	-
Chaco oeste (Tco)	170	987	1498	-	65.48	1111	15	184	90	65.26	4115	5000	-	17	-
Paleocauces (Qcp)	61	4	32	-	1.97	5	7	20	10	2.19	139	150	7.1	0.22	-
Paleocauces (Qcp)	195	2687	565	-	72.89	747	17	634	103	72.99	5915	7200	7.3	7,26	-
Mesocauces (Qccs)	71	24	22	-	2,27	29	-	20	13	3,31	183	225	-	1,14	-

Todos los Análisis y los totales están en ml/g

CE (Conductividad Eléctrica) en mho/cm

Alc. (Alcalinidad) en CaCo₃/l

SAR Relación de Absorción de Sodio

9 La Oferta actual de Agua en el Chaco Central

El agua disponible en el Chaco Central es aprovechada por los grupos poblacionales (Indígenas, Colonias Mennonitas, Latino-Paraguayos) y los centros de producción, de acuerdo a las condiciones naturales en que se presenta, y al potencial técnico-económico de las comunidades que lo utilizan.

Varios proyectos y instituciones gubernamentales y no gubernamentales (BGR, Gobernaciones, PRODECHACO, ASCIM, SENASA y otros) han procurado mejorar la situación del suministro de agua en distintas comunidades a través de la construcción de aljibes, tajamares, molinos de viento, redes de distribución, etc. Estas instalaciones forman parte de la infraestructura actual y contribuyen a mitigar la demanda de agua, sin embargo, la misma está aún lejos de ser satisfecha con los sistemas actuales.

La fuente de abastecimiento tradicional es agua de lluvia acumulada en depresiones naturales, tajamares, represas o aljibes (aguas superficiales), complementada por la explotación de aguas subterráneas proveniente de numerosos pozos someros cavados y perforados. Como una estimación gruesa, aproximadamente dos terceras partes del consumo de agua actual proviene de fuentes superficiales y una tercera parte es agua subterránea.

La conclusión principal a que llegan todos los estudios realizados es que la disponibilidad de agua potable a través del sistema tradicional de abastecimiento en el Chaco Central muestra una alta vulnerabilidad.

El abastecimiento de agua potable en el Chaco Central depende en gran medida del volumen y la frecuencia de las lluvias y de la capacidad de almacenamiento de las mismas, las cuales determinan la disponibilidad de las fuentes de agua superficial. También depende del volumen de lentes someros de agua dulce almacenados en antiguos paleocauces, que son afectados por una progresiva salinización del agua subterránea.

- La mayor parte del agua superficial aprovechada en el Chaco Central es constituida por aguas de lluvia. Esta agua dispone de un contenido muy reducido de minerales. Además partículas contaminantes en el aire afectan la calidad del agua de lluvia.

Cuadro N° 9.1: Fuentes tradicionales de abastecimiento de agua: Chaco Central⁵

Usuarios Fuentes	Indígenas	Latino-Paraguayos	Mennonitas (doméstico)	Industrial	Comercio y consumo público	Ganadería
<u>Superficiales</u>						
Tajamares	++	+	-	+	-	++
Lagunas naturales	++	+/-	-	-	-	+
Techos- aljibes	+/-	+	++	+	++	-
<u>Subterráneas</u>						
Pozos	+	+	+	++	+ / -	+
Recarga artificial	-	+/-	+	++	+	+
<u>Intensidad de uso:</u>	++ alta	+ media	+/- baja	- zero		

- La calidad del agua se ve seriamente afectada por la perentoria necesidad de almacenarla en periodos de lluvia, quedando la misma expuesta a varios tipos de contaminación entre los que podemos citar: acceso directo de animales al agua de tajamares o animales muertos en aljibes y tanques.
- Varias comunidades han instalado filtros para reducir la contaminación del agua. En las Colonias Mennonitas se utilizan frecuentemente filtros o sustancias químicas para mejorar la calidad del agua. Ejemplos de ello son las plantas potabilizadoras de agua para una distribución primaria en Mcal. Estigarribia y Filadelfia, para la planta láctea de Loma Plata y para la quesería de Lolita.
- Sin embargo, el uso del agua cruda, sin ningún tipo de tratamiento es todavía común. En toda la región del Chaco Central, y particularmente en las

⁵ Informe del Estudio de Factibilidad del Acueducto Rio Paraguay-Chaco Central (Saltzgitter) - Fuente CA-1000

Comunidades Indígenas, son frecuentes las enfermedades relacionadas al agua, (Ej. infecciones intestinales).

- En cuanto al agua subterránea, si bien la calidad de los bolsones someros de agua dulce es buena, se observa con frecuencia una salinización de los pozos, a causa de la sobre-explotación en períodos de escasez de agua. Muchos pozos ya se han salinizado y son irrecuperables.

La localización de pozos de agua dulce es determinada por condiciones hidrogeológicas, y no necesariamente concuerda con el sitio de demanda. En consecuencia, en períodos de emergencia por sequías prolongadas, es normal realizar costosos transportes de agua de hasta 150 Km. de distancia.

9.1 Abastecimiento de las Comunidades Indígenas y Latino-Paraguayas

Las necesidades de agua de la Población Indígena y Latino-Paraguaya se satisfacen principalmente mediante pozos, tajamares y lagunas. La toma de agua de lagunas y tajamares es directa, o a través de un sistema de cañerías, desde el área de extracción hasta un centro de consumo. Normalmente se almacena el agua en un aljibe, quedando a disposición de la comunidad. Las cañerías son de 4 a 5 km de extensión, y el bombeo se efectúa en la mayoría de los casos por molinos de viento.

Las comunidades grandes, con áreas pobladas dispersas, disponen de varios aljibes a lo largo de los caminos principales.

Ante la falta de datos exactos, se estima de manera general la infraestructura de agua al alcance de la Población Indígena y Latino-Paraguaya, como así también el volumen de agua disponible en años de mayor precipitación.

Cuadro N°9.2: Disponibilidad de agua para la Población Indígena y Latino-Paraguaya

Fuente de abastecimiento	Volumen promedio (m ³ /a)	Cantidad	Total oferta (m ³ /a)
Tajamares	2.400	160	384.000
Lagunas	6.000	21	126.000
Pozos	1.500	340	510.000
Fuentes: Geo Consultores 1995, M. Junker 1999, Gobernación de Boquerón			

En períodos de sequías prolongadas, las fuentes locales se agotan con frecuencia y las mismas deben ser complementadas por transporte de agua desde otros sitios, a veces lejanos de la comunidad.

El número de aljibes es de unos 1.300 (Geo Consultores 1995, M. Junker 1999, Gobernación de Boquerón), con volúmenes entre 10 mil a 25 mil litros cada uno. Se utilizan principalmente para almacenar el agua proveniente de pozos y tajamares, y para el agua suministrada de afuera.

La disponibilidad de agua es de aproximadamente dos millones m^3 /año (2.740 m^3 /día), tomando en consideración los nuevos tajamares escavados con los proyectos Senasa (BIRF IV), Prodechaco y otros organismos no gubernamentales. El volumen estimado incluye todos los consumos de agua, tanto humano como para la ganadería y la agricultura.

Esta cifra no considera pérdidas en el transporte, ni la distribución desigual en cuanto a las instalaciones o la actividad pluvial diferenciada. Además, las cifras no reflejan el estado actual de las fuentes de abastecimiento de agua en cuanto a su utilidad: tendencia creciente de salinización de pozos y relleno de tajamares.

No existen investigaciones detalladas con respecto a la disponibilidad de agua de un tajamar tipo considerando el volumen útil, las precipitaciones, la evaporación, la infiltración y otros parámetros.

En años de pronunciada sequía, las reservas de agua no son suficientes. En las regiones centrales y occidentales del Chaco, la mayoría de los depósitos superficiales de agua se agotan hacia el fin de la estación seca.

En las Comunidades Indígenas y Latino-Paraguayas, la acumulación de agua de lluvia en aljibes no es muy habitual (con la excepción de escuelas y algunas instalaciones públicas), ya sea por la falta de techos rígidos, canaletas o aljibes adecuados. Con la financiación de algunas cooperaciones internacionales se construyeron varios techos y aljibes. Para abastecer una familia tipo de seis personas, es necesario construir un techo de 100 m^2 y un aljibe de 35 mil litros, lo que significaría una carga financiera importante. (Se asume un consumo de 33 l/hab/d, precipitaciones de 1.000 mm, una tasa de su utilización del 75 %, y la recarga del aljibe dos veces al año).

Las principales conclusiones del análisis realizado en el terreno son:

- Normalmente, no existen los medios financieros para disponer de instalaciones de aljibes alimentados por techos impermeables.
- En contraste a la situación descrita, el casco urbano de Mariscal Estigarribia (población Latino-Paraguaya) dispone de una red de suministro de agua. En Mcal. Estigarribia la red es operada por ESSAP (Ex CORPOSANA). El agua se extrae de pozos cerca de una laguna de agua dulce, situada en la cabecera de una pista de aterrizaje, dentro de un predio militar. Dicha explotación está sufriendo una progresiva salinización del recurso.

9.2 Abastecimiento de las Colonias Mennonitas

En las Colonias Mennonitas, el principal método de abastecimiento de agua es la colección de aguas pluviales a través de techos rígidos impermeables (usualmente chapas metálicas de acero galvanizado) y su almacenamiento en aljibes subterráneos. El agua del aljibe se bombea a tanques elevados para uso domiciliario. El potencial de abastecimiento con agua de aljibe depende de las precipitaciones y del tamaño de los aljibes.

Las principales conclusiones del análisis realizado en el terreno son:

- Debido al contenido relativamente alto de sales en el agua subterránea, ésta tiene poco uso domiciliario, y mas bien se lo utiliza para riego de jardines. El agua de tajamares o lagunas tampoco se utiliza con frecuencia para fines domésticos. El abastecimiento de agua de los sectores comerciales e industriales también es predominantemente por aljibes.
- La ciudad de Filadelfia dispone de una red básica de distribución de agua en el casco urbano, cubriendo una parte de la demanda de la planta industrial y de los sectores comerciales y públicos (hoteles, supermercado, hospital, hogar de ancianos, etc.). El sistema se alimenta en un 50 % por agua de tajamares y en un 50 % por pozos. Las reservas de agua están situadas en Campo Aroma, a unos 25 Km. de distancia de Filadelfia. El agua es transportada por camiones a Filadelfia. Antes de ser introducida a la red de distribución, el agua recibe un tratamiento (floculación, sedimentación, filtración y desinfección). Varios usuarios conectados a la red aprovechan los aljibes propios apenas como un abastecimiento complementario (hasta el 40 %).

Dentro del área urbana de Filadelfia, operan seis tajamares de recarga artificial de agua, conectados con pozos públicos y privados. Los consumidores, 3 a 4 familias por pozo, financian y construyen los pozos y conexiones. Se paga una tarifa por el consumo, y el mismo es controlado por medidores. Los pozos comunitarios están interconectados con grifos públicos, dónde la población puede acudir para la compra de agua.

- La planta procesadora de productos lácteos en Loma Plata, al igual que la fábrica de quesos en Lolita, disponen de una planta potabilizadora de agua (procesos de sedimentación, filtración, desinfección, desendurecimiento). El agua, proveniente de tajamares y pozos, es transportado por camiones desde distintos puntos de virtualmente todo el territorio de la Colonia Menno hacia las plantas de tratamiento. En este emprendimiento se tiene que recorrer distancias de hasta 100 km. En Loma Plata se han realizado experiencias para reutilización de hasta el 50% de las aguas residuales de la Planta de Lácteos, las cuales son tratadas mediante lagunas de estabilización.
- El sector de la ganadería en las Colonias Mennonitas se abastece de agua en base a tajamares, pozos y lagunas. Solamente en casos aislados el ganado accede directamente al tajamar o laguna. Normalmente se utilizan bebederos,

alimentados a través de tanques australianos con agua de tajamar o pozos. El ganado, a diferencia del ser humano, aguanta una mayor salinidad de agua. En cuanto a la calidad de agua, la ganadería para leche es más vulnerable que la ganadería para carne. Particularmente en épocas de escasez del agua, se observaron impactos negativos por el agua de inferior calidad sobre la calidad de la leche producida. Las procesadoras de leche rechazaron en varias ocasiones la leche entregada por falta de cumplimiento con las normas de calidad.

- La infraestructura técnica del abastecimiento de agua en las Colonias Mennonitas comprende instalaciones para el consumo humano como para la ganadería, siendo la mayor parte para la ganadería.

Cuadro 9.3: Disponibilidad de agua para las Colonias Mennonitas

Fuente de abastecimiento	Volumen promedio (m ³ /a)	Cantidad	Total oferta (m ³ /a)
Aljibes	70	5.800	406.000
Tajamares	2.400	13.700	32.880.000
Lagunas	6.000	60	36.000
Pozos	1.500	3.540	5.310.000
Recarga artificial	8.000	10	80.000
Fuentes: Estadísticas de las colonias Fernheim, Menno y Neuland 1999; Geo Consultores 1995			

- (No se conoce la disponibilidad real de agua por tajamar; se supone, que es optimista el volumen promedio de 2400 m³/año.)
- En años de precipitaciones normales se dispone de una cantidad total teórica de agua de cerca de 39 millones de m³, conste que las fuentes y los sitios de aprovechamiento no necesariamente son idénticos. Este volumen incluye toda el agua para uso humano, agropecuario e industrial. Especialmente en años de aguda escasez de agua los transportes por largas distancias se volvieron normales en el Chaco Central. Se observan fuertes problemas por la creciente salinización de pozos y el relleno de tajamares. No todas las familias disponen de aljibes de volumen suficiente, a causa de la falta de recursos económicos.

10 Demanda actual del Consumo de Agua

No existen estadísticas exactas sobre el consumo de agua en el Chaco Central. El consumo actual se determina en consecuencia sobre la base de estadísticas demográficas y de la actividad económica. También se tiene como fuente, el diálogo realizado para el Proyecto Acueducto Río Paraguay-Chaco Central, con representantes de instituciones y organizaciones: Municipalidades, Gobernaciones, Comunidades Indígenas, Colonias Mennonitas, consumidores Latino-Paraguayos, Vicariato Apostólico del Pilcomayo, ASCIM, PRODECHACO y otros. Otras

entrevistas puntuales con los consumidores (familias, centros productivos, etc.) complementan el levantamiento de datos.

Contrariamente a otros estudios anteriores, se señala una estratificación según los principales sectores del consumo de agua:

- consumo del sector doméstico (o residencial)
- consumo del sector industrial
- consumo del sector comercial (incluyendo servicios privados)
- consumo del sector público (incluyendo servicios públicos).
- consumo del sector agropecuario

Dentro del sector doméstico existe una diferencia entre los principales grupos poblacionales (Comunidades Mennonitas, Comunidades Indígenas, Latino-Paraguayos, Estancieros y otros), considerando las diferentes costumbres de vida y niveles del poder adquisitivo. Esta diferenciación es importante para determinar la demanda futura de agua en los diferentes centros de consumo.

Los 4 primeros sectores serán los principales consumidores del agua potable suministrada a través de las diferentes alternativas de abastecimiento. Además es necesario incluir al sector agropecuario (ganadería para leche y carne) y sectores que utilizan riego a pequeña escala (hortalizas, fruticultura, etc.).

La demanda actual de agua en el Chaco Central se estima en 4.460 m³ por día o 1,63 millones m³ por año. Incluye el consumo doméstico, industrial, comercial y público. No incluye el consumo agropecuario o de riego.

Cuadro 10.1: Consumo de agua por sector, 1999 ⁶

Consumo de agua	Residencial	Industrial	Comercial	Público	Total
en m ³ /d	2.773	736	294	654	4.457
en millones de m ³ /a	1,01	0,27	0,11	0,24	1,63
en %	62%	16,5%	6,5%	15%	100%

Fuente: Proyecto Acueducto R.Paraguay-Chaco Central

- Cabe señalar que se trata de una demanda reprimida o insatisfecha, ya que por motivos de la escasez de agua el consumo estaría mucho más elevado si hubiese más disponibilidad de agua potable.

⁶ En el Anexo 3.3 del Estudio de la Saltzgitte, se dan los detalles de las estimaciones del consumo actual.

A continuación se discuten las características particulares de cada sector de consumo, tanto de la demanda satisfecha como de la demanda reprimida.

10.1 Consumo residencial

El uso principal que constituye el consumo residencial se refiere a agua para beber, preparación de comidas, lavados y limpieza. El consumo residencial de agua depende del estilo y las condiciones de vida, del clima, del equipamiento en el hogar (baños, lavarropas, lavaplatos, etc.), del precio del agua y la capacidad de pago.

En consecuencia, la dotación per cápita o el consumo específico varía considerablemente entre los diferentes grupos poblacionales. La población Mennonita consume un promedio de 85 litros per cápita y día (l/hab/d) sin incluir el riego de jardines. El consumo específico de la Población Indígena se estima en 33 l/hab/d y para la población Latino-Paraguaya en 45 l/hab/d. El consumo promedio de “otros” (incluye estancieros y extranjeros viviendo en el Chaco Central) es estimado en 85 l/hab/d.

El consumo residencial total fue estimado en 2.770 m³/d en el año 1999 (y es probable que haya variado muy poco hasta el presente). Con 44 %, la población Mennonita tiene la mayor participación, seguido por la Población Indígena (30 %) y Latino-Paraguaya (24 %). El consumo de “otros” se sitúa en un 2 %.

Los consumos específicos de agua de la población del Chaco Central son bajos en comparación con los niveles nacionales e internacionales. Es un indicio claro de que la demanda residencial de agua está reprimida por las deficiencias del servicio en cantidad, calidad y continuidad. Quiere decir que el consumo residencial de agua no depende de las necesidades, sino de la oferta y disponibilidad de agua.

La infraestructura técnica existente no es suficiente para cubrir en forma adecuada los requerimientos de agua potable de todos los habitantes en los asentamientos respectivos. Esta deficiencia se muestra especialmente en años de pocas precipitaciones. Los déficits varían según región y estación del año. La situación se visualiza considerando algunos ejemplos:

- La Gobernación de Boquerón se vio obligada en 1999 a transportar 17.000 m³ de agua por distancias de hasta 250 km para aliviar la escasez de agua en varias comunidades (ej. Laguna Negra)
- Los camiones transportadores de leche en Neuland suspendieron en 1999 los transportes de leche a Filadelfia para aprovisionar a la población con agua.
- En Loma Plata se debe suministrar agua potable en camiones a los hogares durante tres a cuatro meses al año (en 1999: durante 6 meses), ya que la disponibilidad de agua de aljibes y pozos no es suficiente.

• Para determinar en forma indicativa la demanda insatisfecha de agua, se considera que el agua no suministrada actualmente tendría un precio: Se estima que la demanda no satisfecha residencial de la Población Mennonita está por los 35 % y de la Población Latino-Paraguaya por los 30 %, tomando

como base la demanda total estimada (satisfecha + no satisfecha). La Población Indígena es alcanzada en unos 20 % solamente; si no se hubiese tomado medidas de emergencia a tiempo, la demanda no satisfecha sería mucho más alta.

La demanda total no satisfecha en el sector residencial se estima en 950 m³/d (ver cálculo en el Anexo N° 6 – Tabla N° 3).

10.2 Consumo público y comercial

El sector del consumo público de agua abarca escuelas, colegios, hospitales, puestos de salud, hogares de ancianos, estaciones de transporte público, iglesias, administración pública y otros. El sector comercial – cuando se trata de asentamientos con pequeños comercios y servicios privados – metodológicamente es incluido en el sector público, especialmente en las colonias menonitas.

Para el consumo público – de acuerdo con la práctica internacional para la estimación de la demanda de agua – se acepta un 20 % del consumo residencial. El consumo de agua en hospitales y hogares de ancianos se determina por separado y es sumado al consumo público.

El consumo público total se estimó en 654 m³/d o 0,24 millones de m³ en el año 1999.

El sector comercial incluye pequeños y medianos comercios y servicios privados, como hoteles, restaurantes, supermercados, tiendas y talleres. Se concentran en los centros de mayor actividad económica del Chaco Central (Loma Plata, Filadelfia, Neu-Halbstadt, Lolita, Mariscal Estigarribia, Campo León, Paratodo, etc.).

Para estos centros se presenta el consumo comercial de agua por separado; su estimación asciende a 294 m³/d o 0,11 millones de m³ en el año 1999.

10.3 Consumo industrial

La industria – al igual que el comercio – se concentra en los centros del Chaco Central: Loma Plata, Filadelfia y Neuland. En Campo León y Lolita se encuentran filiales de la industria de productos lácteos de Loma Plata. Mcal. Estigarribia no cuenta con establecimientos industriales en la actualidad.

Las industrias de productos lácteos son los mayores consumidores industriales de agua. Mataderos también formarían un consumidor importante. Sin embargo, en la actualidad son de un tamaño reducido y no inciden con mayor envergadura en el consumo de agua con excepción del Matadero y frigorífico de Loma Plata con un consumo diario de 250 m³. Los demás ramos industriales, como desmotadoras de algodón, descascaradoras de maní, prensas de aceite, fábricas de balanceados, productora de esencia de Palo Santo, industria maderera y envasadora de pepinos se agrupan en “otras industrias” por tener consumos individuales relativamente pequeños.

El consumo total de agua del sector industrial en 2002 se estima en 1.000 m³/d o 0,37 millones de m³.

La demanda de agua del sector industrial también se considera fuertemente reprimida. La escasez de agua es el mayor factor limitante, sobre todo para la industria de procesamiento de alimentos en el Chaco Central. Si hubiera disponibilidad adecuada de agua potable, varios proyectos de mataderos y procesadoras de productos de carne ya se hubiesen realizado, al igual que otros proyectos de la industria alimenticia. Solo el faenamiento de 500 animales/día entre vacunos y porcinos duplicaría el consumo actual de agua en el sector industrial. La fábrica de quesos en Lolita, donde se trata 110 m³/d de agua de tajar en una planta potabilizadora y se agrega un volumen considerable de agua potable traída en camiones de Loma Plata, necesitaría la doble cantidad de agua potable para mejorar y asegurar la calidad de la producción actual. La demanda para queso ya sobrepasa la capacidad de la producción actual, seriamente limitada por la falta de agua. Sin esta limitación se podría colocar en el mercado mayor cantidad y variedad de productos.

10.4 Consumo agropecuario

Debido a la escasez de agua y el peligro de salinización de los suelos, las técnicas de riego convencionales no pueden ser aplicadas en forma extensiva en la agricultura del Chaco Central. Solamente hay un riego en escala limitada para hortalizas si se dispone de una reserva de agua. En la Colonia Neuland se aplica hace poco con gran éxito el riego por goteo para plantaciones de pepinos, que son envasados y comercializados a nivel nacional e internacional.

La ganadería es la actividad económica de mayor incidencia en el Chaco Central. Los Mennonitas e Indígenas (sin incluir estancias ganaderas en la región) disponían en 1999 de 550.000 vacunos. Suponiendo un consumo de agua promedio de 50 l por animal y día, se calcula una demanda diaria de 27.500 m³, que es atendida principalmente con tajamares y pozos.

Las Colonias Fernheim y Menno se dedican además a la cría de cerdos. El número de porcinos se eleva a 5.000. Con un consumo específico de 38 l por animal y día se llega a un consumo diario de 190 m³. En la Colonia Neuland se cría cerdos en escala reducida y a nivel privado.

Se estima la cantidad de ganado vacuno en el Chaco Central incluyendo las estancias en 1.300.000

En la zona de influencia del estudio, existen igualmente otros animales:

- equinos, que en el año 1999 según la encuesta al 1 de junio con 20.268 cabezas, representando sólo el 5,8% del total del país
- ovinos con 33.574 cabezas, siendo el 8,4% de la producción total del país
- caprinos con 28.991 cabezas, representando el 23,8% del total del país.

También se crían aves de corral como ser patos, pavos, guineas, y gallinas entre otros, aunque la mayoría es para el consumo interno. Actualmente no son de

importancia pero la disponibilidad de una cantidad constante de agua puede potenciar la producción de algunos de éstos rubros para la explotación comercial.

Cuadro N° 10.2

Consumo de agua	Vacuno	Porcino	Equino	Ovino	Caprino	Total
en m ³ /d	65.000	190	1.010	1.275	1.100	68.575
en %	95%	0.2%	1,4%	1.8%	1.6%	100%

En la región del Chaco Central se tiene un consumo diario agropecuario aproximado de 68.575 m³, equivalente a 25 millones de m³ al año, que es atendida principalmente con tajamares y pozos.

11 Costos actuales del abastecimiento de agua.

El objetivo de éste capítulo es indicar los precios y tarifas que actualmente se están pagando en el Chaco Central, además de los costos reales asociados a la provisión y el uso del agua.

No existen cálculos de costos reales por la provisión de agua a nivel privado y de instituciones públicas. Significa que se debe definir costos unitarios reales para diferentes fuentes de abastecimiento de agua. Debido a que existen diferentes fuentes y formas de abastecimiento de agua, no se pueden señalar conclusiones válidas para todos los casos. Los resultados del análisis presentado se basan en ejemplos y representan órdenes de escala.

11.1 Tarifas vigentes y costos de abastecimiento de agua (población urbana)

En el Cuadro 12.1 se observan muestras de tarifas y precios que son aplicados actualmente en el Chaco Central para la venta de agua. Estos precios y/o tarifas no incluyen el almacenamiento de agua, ni los costos potenciales de conexión dentro de un hogar (aljibe, tanque elevado, cañerías, bombas, etc.).

Es significativo observar las grandes diferencias de precios por cada m³ de agua. Las razones son las diferentes fuentes de provisión de agua, la venta a través de alguna institución pública o empresa privada, el precio con transporte incluido o la venta directa sin transporte. Las distancias al lugar de consumo influyen igualmente en las diferencias observadas.

- Los precios y/o tarifas no cubren los costos reales relacionados a la provisión y/o distribución de agua. Cabe anotar que solamente en casos aislados reflejan el costo real. Esta observación fue confirmada mediante encuestas realizadas con representantes de instituciones públicas y personas/empresas privadas para el Estudio del Acueducto Rio Paraguay – Chaco Central realizado por la Saltzgitter.

Colonias Mennonitas:

Los precios de agua, especialmente cuando se trata de transportistas privados, varían considerablemente, explicándose de que algunos factores para el cálculo de los precios no son considerados debidamente, como ser el costo de la inversión, entre otros. También se explica la variación de precios por las diferentes fuentes de agua que son utilizadas. Los precios fijados por los transportistas en Filadelfia (3,2 a 4,3 US\$/m³) parecen reflejar los costos reales (incluyendo un margen de ganancias). Esta situación se aplica también para agua proveniente de pozos comunitarios (incluye el costo de adquisición).

Las tarifas aplicadas en la planta industrial de Filadelfia aparecen como relativamente bajas, considerando que el agua es tratada y distribuida por una red. El 50 % es agua extraída de pozos someros en Campo Aroma, que tiene que ser transportada por camiones una distancia aproximada de 25 km. El terreno es adquirido y adecuado por la colonia. No todos los costos de inversión son incluidos a la tarifa de agua. Un cálculo aproximativo indica que el costo de transporte con camiones para un solo viaje es de 25 US\$ (2x25 km x 0,50 US\$/km, incluyendo combustible y amortización). Con una capacidad de 10 m³ de agua por camión se llega a un costo específico de 2,50 US\$/m³ en conceptos de transporte.

Población Indígena y Latino-Paraguaya

Los precios de agua que se mencionan en el Cuadro 12.1 son aplicables sólo en épocas de sequía ya que durante las mismas, pocas personas permanecen en sus comunidades; la mayoría trabaja en Filadelfia, Loma Plata o Neuland y por ende poseen un nivel de ingresos que permite afrontar los gastos. Reciben una provisión de agua de fuentes externas en época de sequía, exonerados de todo pago (ej. Laguna Negra recibe agua en camiones de la Gobernación de Boquerón).

Mcal. Estigarribia

ESSAP (Ex – CORPOSANA) es la empresa pública que opera la red de distribución de agua en Mcal. Estigarribia. La estructura tarifaria es la vigente para agua potable en otros centros del país.

CORPOSANA, según sus estatutos, está obligada a cobrar conforme a la tarifa nacional vigente. En Mcal. Estigarribia se aplica una excepción, que es la liberación del pago por el servicio de alcantarillado, debido a la inexistencia de la infraestructura necesaria.

Las tarifas no reflejan los costos reales (inversión, operación y mantenimiento) de extracción y de distribución de agua. Por ende son insuficientes para prevenir cualquier gasto de capital que se presente en el futuro (reparaciones, ampliaciones) y no incentiva el uso racional del agua.

Costos de la Gobernación de Boquerón

La Gobernación de Boquerón implementa diversas medidas de emergencia en el Chaco a fin de garantizar un abastecimiento de agua básico, en particular para la

Población Indígena. Los costos de la Gobernación alcanzaron 390 mil US\$ en 1999. Incluye el transporte y la distribución de unos 17 mil m³ de agua, la construcción de 12 tajamares, 25 pozos y varios aljibes. Los pozos y tajamares se utilizan exclusivamente para la distribución de agua a la poblaciones más carenciadas (frecuentemente llegando a muy largas distancias), así como para el abastecimiento local. Los costos de transporte alcanzaron en 1999 casi 4 US\$/m³ en términos reales (fuente: Gobernación de Boquerón).

Costos de Planta de Lácteos Trébol

La planta para productos lácteos Trébol en Loma Plata tiene una estimación de sus costos de suministro de agua en 0,86 US\$/m³. Estos costos incluyen el transporte y el tratamiento (fuente: Planta Trébol). Los costos no reflejan la extracción de agua (tajamar o pozo) ni el uso de los camiones tanque (amortización, distancias hasta 100 km). Con todos los costos el costo real del agua en la planta Trébol es de 4 US\$/m³.

Cuadro 11.1: Ejemplos de tarifas y precios actuales de agua (población urbana)

Fuente de abastecimiento	US\$/m ³
Filadelfia	
Pozos comunitarios	
Venta directa sin transporte	1,43
Venta directa con inversión privada < 30 m ³ /mes/fam. ¹	0,43
Venta directa con inversión privada > 30 m ³ /mes/fam. ¹	0,86
Red de la Planta Industrial	
Lechería	1,29
Otros consumidores	1,86
Red privada (agua de pozo)	2,00
Transportista privado	3,25 - 4,34
Neu-Halbstadt	
Pozos comunitarios	
Venta directa sin transporte	0,86
Venta con transporte	1,43
Transportista privado	2,08
Loma Plata	
Transportista privado	1,82
Mcal. Estigarribia	
Corposana ²	
Tipo domestico subsidiado	0,25
Tipo domestico no subsidiado	0,36
Tipo comercial e industrial	0,41
Comunidades de Latino – Paraguayos ³	
Villa Choferes del Chaco (3.000 lts./60.000 Gs.)	5,19
Comunidades Indígenas ³	
Lengua (Filadelfia; 5.000 lts./60.000 Gs.)	3,12

sin IVA

Fuente: Datos de instituciones oficiales, entrevistas

¹ La provisión del sistema de bombeo y tubería corre por cuenta del usuario.

² No se incluye el cargo básico mensual; detalles en el Cuadro 11.2

³ Sólo aplicable en épocas de sequía; la mayoría trabaja en Filadelfia.

Cuadro 11-2: Tarifas de CORPOSANA en Mcal. Estigarribia vigentes a partir de Octubre de 2000

Tarifa domestica	Subsidiada	No Subsidiada
Cargo básico	0,69 US\$	1,20 US\$
Consumo de 1 a 15 m ³	0,25 US\$/m ³	0,36 US\$/m ³
Consumo mayor a 15 m ³	0,36US\$/m ³	0,36 US\$/m ³
Tarifa comercial e industrial		
Cargo básico		3,43 US\$
Consumo mayor a 1 m ³		0,41US\$/m ³

Fuente: Asesoría de planificación, CORPOSANA

11.2 Cálculo estimativo de costos reales de abastecimiento de agua

Se presentan cálculos de costos reales de abastecimiento de agua en base a diferentes módulos de hogares y comunidades que son típicos en la zona de influencia del Chaco Central partiendo de datos obtenidos en entrevistas y de cotizaciones de ingeniería realizados por la Saltzgitte. Los cálculos para hogares y comunidades típicos dan una idea acerca del costo real y gasto total que se debe efectuar para abastecerse con agua (Cuadro 11.3).

Los módulos A al D se refieren a hogares representativos de las Colonias Mennonitas, abasteciéndose con aljibes. Los costos calculados oscilan entre 5,6 y 6,7 US\$/m³.

Los hogares (módulos A y B) que disponen de aljibes con una capacidad suficiente para condiciones normales sin necesidad de comprar agua, tienen los costos más elevados. En los módulos C y D los hogares son de similar estructura que A y B con la diferencia que inclusive bajo condiciones normales deben comprar una cierta provisión de agua debido a que el tamaño de los aljibes no les permite almacenar suficiente agua para cubrir el consumo básico. Los costos para estos módulos son inferiores a A y B, aunque tienen la necesidad de comprar cierta cantidad de agua. Este resultado se explica por el hecho de que C y D no realizan una mayor inversión y deben utilizar con mayor eficiencia la infraestructura. Y aunque el volumen comprado es mayor, resulta menor el costo real del agua utilizada (en C los aljibes se llenan 4,5 veces por año; en A solamente 2 veces).

Cuadro 11.3: Ejemplos de costos reales de abastecimiento de agua para uso doméstico

No	Características del hogar	Instalaciones típicas	Costos unitarios (US\$/m ³)
A	Mennonitas, familia de 5 personas, 85 l/c/d	2 aljibes con 85.000 l en total	6,3
B	Mennonitas, familia de 4 personas, 100 l/c/d	2 aljibes con 85.000 l en total	6,7
C	Mennonitas, familia de 5 personas, 85 l/c/d	Aljibe con 35.000 l, compra 85 m ³ /a	5,8
D	Mennonitas, familia de 4 personas, 70 l/c/d	Aljibe con 10.000 l, compra 60 m ³ /a	5,6
E	Indígenas, comunidad de 100 personas, 33 l/c/d	Tajamar con molino (5000 m ³)	2,8
F	Latino-Paraguayos, comunidad de 200 personas, 45 l/c/d	Tajamar (12.500m ³), tanque Australiano, molino	2,9
G	Latino-Paraguayos, comunidad de 250 personas, 45 l/c/d	Pozos con molino	1,1
H	Indígenas, comunidad de 200 personas, 33 l/c/d	Pozos con molino	0,9
I	Indígenas, comunidad de 500 personas, 33 l/c/d	Pozos con molino	0,6

Fuente: Proyecto Acueducto RPCHC

También se realizaron estimaciones considerando el uso de agua en Comunidades Indígenas y Latino-Paraguayas. En los módulos E y F, el abastecimiento es con agua de tajamar. Los costos reales se calculan en unos 2,8 a 2,9 US\$/m³. En los módulos G, H y F se utiliza como fuente de abastecimiento de agua pozos con molinos de viento. Los costos calculados se ubican entre 0,6 y 1,1 US\$/m³. Esta variación se explica por la capacidad por pozo y las instalaciones diferentes de distribución. Los costos resultantes en los cálculos son los más bajos de todos los módulos. Para obtener estos niveles bajos de costos debe haber suficiente disponibilidad de agua dulce y las fuentes deben estar cerca a las comunidades a servir.

Los cálculos estimativos presentados indican costos más elevados para la utilización de aljibes. Resalta el hecho de que los costos por m³ de agua bajan en función de la intensidad de uso de un aljibe. No obstante, significa una clara dependencia hacia la oferta externa de agua.

Para las Comunidades Indígenas y Latino-Paraguayas, los pozos de agua (cuando existen en la cercanía de los asentamientos) representan la fuente más ventajosa de abastecimiento de agua. Lamentablemente, en todo el Chaco Central muchos pozos ya registran altos niveles de salinidad de agua, casi siempre originados por la sobreexplotación de los mismos.

11.3 Relación entre costos y gastos (sector residencial)

En las Colonias Mennonitas, los costos específicos para el agua del Cuadro 12.3 indicando 5,6 a 6,7 US\$/m³, representan 47 US\$/mes y hogar (módulo D), y 80 US\$/mes y hogar (módulos A y B). Suponiendo que la inversión de la construcción de tajamares haya sido efectuado a través de un préstamo, se llega fácilmente al mismo costo o más en cuanto a gastos mensuales por hogar.

En las Poblaciones Indígenas y Latino-Paraguayas, los costos mensuales son de 11 a 52 US\$ por hogar de 7 personas. No necesariamente representan los gastos reales, dado que el agua repartido por camiones es gratis normalmente, y muchas instalaciones de agua existentes provienen de donaciones efectuadas en marco de proyectos de ayuda al desarrollo (ej. Proyectos de agua para comunidades indígenas – Senasa-Birf IV)

12 La Demanda Futura de Agua

El análisis del consumo de agua actual es la base para la previsión futura. La demanda futura depende del desarrollo social y económico de la región del Chaco Central. La inexistencia de planes definidos de desarrollo, tanto para las comunidades del Chaco Central, las Gobernaciones o los Municipios afectados obliga a volver a la evaluación del potencial económico del Chaco Central aceptando parámetros básicos del desarrollo demográfico y de consumos de agua específicos en la región.

- Los horizontes de la proyección son los siguientes:
- Fase de preparación, diseño y ejecución de obras de abast.: 2004 a 2009
- Entrada en operación de nuevos sistemas alternativos de la Etapa I: 2010
- Entrada en operación de nuevos sistemas alternativos de la Etapa II: 2020)

La proyección de la demanda de agua en el Chaco Central hasta el año 2020, representa la demanda calculada para el consumo residencial, industrial y comercial, sin incluir la ganadería o algún tipo de riego. El mismo sirvió como base para el dimensionamiento técnico del Sistema de Abastecimiento a través del Acueducto Rio Paraguay-Chaco Central, y es la información básica para un análisis económico, financiero y tarifario.

12.1 Proyección de la población y del consumo residencial

El Chaco Central no es unidad administrativa. Por lo tanto, la delimitación del área de influencia del Chaco Central no coincide con los límites políticos del censo nacional de 1992. Para superar este impase, a los diferentes núcleos de desarrollo existentes, se les atribuye áreas de influencia directa, que difieren en extensión y densidad poblacional.

Crecimiento demográfico:

La suposición básica referente al desarrollo de la población consiste en:

- una compensación de la desaceleración actual del crecimiento demográfico natural en el Chaco Central por migraciones estimuladas por el desarrollo económico en la región
- las tasas de crecimiento de los grupos poblacionales se mantendrán constantes, a saber: Colonias Mennonitas con 2 %/año, Población Indígena con 4 %/año, Población Latino-Paraguaya con 3 %/año y otros con 2 %/año.

El desarrollo pronosticado de la población con tasas de crecimiento asumidas se presenta Cuadro 12-1

La población del Chaco Central crecería en un 70 % entre 1999 y 2015 para llegar a 85.000 habitantes aproximadamente. La composición por grupos poblacionales sufre ciertos cambios debido a las diferentes tasas de crecimiento: la Población Mennonita estaría representada en 2015 con un 23 % (contra 28 % en 1999), la Población Indígena aumentaría al 56 % en 2015 (contra 50 % en 1999).

Cuadro.12-1: Proyección de la población en el Chaco Central

Grupo poblacional	Población		Crecimiento anual 1999-2015	Distribución	
	1999	2015		1999	2015
Mennonitas	14.400	19.768	2,0%	28%	23%
Indígenas	25.500	47.761	4,0%	50%	56%
Latino-Paraguayos *	10.120	16.240	3,0%	20%	19%
Otros	580	796	2,0%	1%	1%
Total: Chaco Central	50.600	84.565	3,3%	100%	100%
Puerto Casado	4.500	7.221	3,0%		
Total área de influencia	55.100	91.786	3,2%		

* sin Puerto Casado. Fuente: ASCIM, Gobernación de Boquerón, Asociación de Colonias Mennonitas del Paraguay, estimaciones propias a partir de datos existentes

La población de Puerto Casado fue incluida en este análisis porque está incluida en el Proyecto Acueducto Rio Paraguay-Chaco Central, la misma decreció sustancialmente en los años 90 a causa de la clausura de la industria taninera. Actualmente se estima la población en 4.500 habitantes. Su crecimiento futuro

estará de acuerdo al factor señalado para la Población Latino-Paraguaya del Chaco Central.

Consumo específico de agua:

En vista a la actual situación de una demanda de agua reprimida en el Chaco Central, se asume un incremento sustancial del consumo específico de los grupos poblacionales hasta el año 2015, que puede representar un 50 % (población Indígena) hasta un 65 % (población Mennonita) adicional (Cuadro 12-2). Se toma en cuenta factores como el futuro nivel de vida, factores específicos de uso de agua, como también un sistema y nivel tarifario adecuado. Además se parte de la base de que la población será instruida debidamente sobre el uso racional del agua y tecnologías de ahorro de agua.

Cuadro 12-2: Desarrollo del consumo específico

Grupo poblacional	1999	2015	Aumento
	l / cap / d		
Mennonitas	85	140	+ 65 %
Indígenas	33	50	+ 50 %
Latino-Paraguayos	45	75	+ 65 %
Otros	85	140	+ 65 %

Se asume que aún con la construcción de grandes proyectos como la del Acueducto, todavía las fuentes tradicionales de agua seguirán siendo explotadas en forma paralela y complementaria. La Población Indígena cambiaría al uso de agua del Sistema de Acueducto, sobretodo en tiempos de escasez de agua de fuentes tradicionales. En la Población Mennonita el agua del Sistema de Acueducto sustituirá rápidamente las fuentes tradicionales para usos domésticos e industriales, ya que requieren calidad de agua. Las fuentes tradicionales se emplearían para otros usos (riego o limpieza).

Población servida

Una variable en el pronóstico de la demanda de agua es el porcentaje de la población servida. La población incluye todos los habitantes que tendrán acceso al agua del Sistema de Abastecimiento en los centros principales sobre los ramales, sin importar el modo de distribución secundaria (por red y conexión domiciliaria, servicio en puestos públicos de agua, transporte a domicilio, u otras modalidades).⁷

Se asume en el análisis que en el año 2020 casi el 80 % de la población se abastecería con agua proveniente de un Sistema de Abastecimiento Alternativo (empezando con un 60 % en el primer año de operación: 2009). A pesar de la extensión considerable del área del Chaco Central y la dispersidad de los

⁷ En este estudio, se evita el uso de términos como “tasa de conexión” o “población conectada”, para no causar confusiones acerca del tipo de abastecimiento de agua.

asentamientos, las tasas de conexión pueden considerarse realistas considerando una ubicación estratégica de tanques de agua en los centros principales de consumo, que coinciden con los centros de mayor actividad económica, y considerando la pronunciada escasez actual de agua potable en cantidad, calidad y continuidad. Según los conceptos fijados, el porcentaje de la población servida con agua en el año 2020 llegaría al 90 % de la población Mennonita y al 70 % de la Población Indígena (detalles del desarrollo de las tasas por grupo poblacional: Anexo 3.6 – 1-Proyecto Acueducto RPCHC).

12.2 Desarrollo de la demanda pública y comercial

Los conceptos para el consumo del sector público se resumen en:

- consumo público se mantiene siempre en el 20 % del consumo residencial e incluye el número de camas en hospitales, consultas médicas y plazas en hogares de ancianos aumentan al ritmo del crecimiento demográfico (3,2 %/año).
- Para el consumo futuro del sector comercial se asumen tasas de crecimiento del 3 y 6 % anuales (Anexo 3.6/1- Proyecto Acueducto RPCHC) en Loma Plata, Filadelfia, Neuland, Lolita, Campo León y Paratodo. La proyección se basa en el impulso positivo que ejercerá el Sistema de Acueducto y los proyectos de corredores viales biooceánicos sobre la actividad comercial en estas zonas. En Mcal. Estigarribia se espera una duplicación del consumo actual de agua para el año 2020, por la ubicación estratégica en el centro de los principales ejes viales y por la actual demanda de agua reprimida.

12.3 Desarrollo de la demanda industrial

El factor esencial para el futuro consumo de agua del sector industrial serán las inversiones en la industria procesadora de alimentos. La previsión futura de la demanda industrial de agua se basa sobre los siguientes conceptos generales:

- consumos específicos de las industrias se mantienen constantes, y el consumo de agua de las industrias aumenta (debido al incremento de la producción primaria) en 3 a 6 % anuales (Anexo 3.6/1 Proyecto Acueducto RPCHC). La producción de leche y elaboración de productos lácteos aumenta en un 3 a 6 % anuales, empleando tecnologías de uso eficiente de agua.

Adicionalmente a la tendencia general en la demanda industrial de agua, se consideran inversiones importantes en los centros de mayor desarrollo económico como los que citan a continuación (Capítulos 2.5 a 2.7 del Estudio de la Saltzgitter):

Loma Plata

- planta de matadero / frigorífico
- industria procesadora de alimentos
- diversificación de productos lácteos

- otras industrias nuevas.

Filadelfia

- planta de matadero / frigorífico
- industria procesadora de alimentos
- diversificación de productos lácteos
- otras industrias nuevas

12.3.1 Neuland

- industria procesadora de alimentos
- industria de almidón
- otras industrias nuevas

12.3.2 Mcal. Estigarribia

- otras industrias nuevas

12.3.3 Lolita

- ampliación de la fábrica de quesos

12.4 Agua no contabilizada

El término de agua no contabilizada (unaccounted for water – UFW) abarca pérdidas técnicas de agua en los sistemas de abastecimiento (tratamiento, transporte, almacenamiento, distribución, conexiones ilegales, medición errada). Los resultados presentados son netos de UFW.

12.5 Resultados de la Demanda Futura

Proyectando el consumo de agua actual hacia el futuro y considerando el estado reprimido de la demanda actual de agua y empleando los conceptos previamente presentados, la demanda de agua potable a los Sistemas de Abastecimiento Alternativos alcanzará cerca de 12.000 m³/día en el año 2020, partiendo de un consumo actual de 4.460 m³/día (incluyendo Pto. Casado). Esto representa un aumento de la demanda de agua total en el Chaco Central de 270 %, o un crecimiento anual promedio de 7,7 % entre 2009 y 2020. Sin embargo, como la demanda seguirá reprimida hasta fines del año 2009 y el aumento tendencial del consumo de agua con recursos tradicionales puede realizarse solamente en años con precipitaciones favorables, la tasa real de crecimiento promedia relativa al 2009 será probablemente más alta.

Cuadro 12.3: Desarrollo de la demanda de agua en el Chaco Central; 1999 – 2015(consumo real, sin agua no contabilizada; incluyendo Pto. Casado).

Sector	m ³ /día		desarrollo 1999-2020	Estructura	
	1999	2020		1999	2020
Doméstico	2.773	5.758	208%	62%	48%
Industrial	736	4.450	604%	17%	37%
Comercial	294	561	191%	7%	5%
Público	654	1.317	201%	15%	11%
Total	4.457	12.086	271%	100%	100%

Fuente: Estudio del Acueducto RPCHC- Anexo 3.6, página 2

Un desarrollo resaltante se observa en la estructura de la demanda de agua proyectada: mientras que el sector industrial aumenta su participación en más que el doble, el porcentaje del consumo doméstico declinará sustancialmente. Conclusión: la importancia del uso de agua para fines industriales aumentará, indicando el progreso económico del Chaco Central, condición favorable para la sostenibilidad a largo plazo de los Sistemas de Abastecimiento Alternativos.

Considerando que la demanda actual de agua está deprimida por la limitada disponibilidad del recurso, y partiendo de los conceptos establecidos en el Estudio de Factibilidad del Acueducto Río Paraguay-Chaco Central que plantea un escenario de desarrollo con crecimientos del 2 a 4% anual para consumo residencial, 3 a 6% anual para consumo comercial e industrial, y 3% anual para consumo público (ver Anexo 6 – Tabla No 8), se ha Proyectado el consumo de agua actual de 4.214 m³/día hacia el futuro, resultando en una demanda de 11.362 m³/día para el año 2015 y 13.383 m³/día para el año 2020.

Esto representa un aumento de la demanda de agua total en el Chaco Central de 270 %, o un crecimiento anual promedio de 6,4 % entre 2003 y 2015, y del 7,5% anual entre 2003 y 2020. Sin embargo, como la demanda seguirá reprimida hasta fines del año 2009 en el caso que hoy se tomen medidas correctivas y el aumento tendencial del consumo de agua con recursos tradicionales puede realizarse solamente en años con precipitaciones favorables, la tasa real de crecimiento promedia relativa a partir de 2009 será probablemente más alta.

Sin embargo, si se asume un escenario de menor desarrollo industrial, con mejoramiento de la situación actual y con la incorporación moderada de industrias de alto consumo de agua como frigoríficos y mataderos, el consumo se reduciría a 8.326 m³/día para el año 2015, y a 9.631 m³/día para el año 2020, representando un 26,7% de reducción aproximadamente en el consumo para ambos casos. (ver Anexo 6– Tabla No 9)

En los cuadros 12.4 y 12.5 se resumen los consumos y su estructura hasta el año 2015 en los escenarios de mayor desarrollo industrial, y el de desarrollo industrial moderado. En el Gráfico 12.1 se visualiza el crecimiento de la demanda en función del tiempo.

**Cuadro 12.4: Desarrollo de la demanda de agua en el Chaco Central; 2004–2020
(Consumo real, Escenario de mayor desarrollo Industrial)**

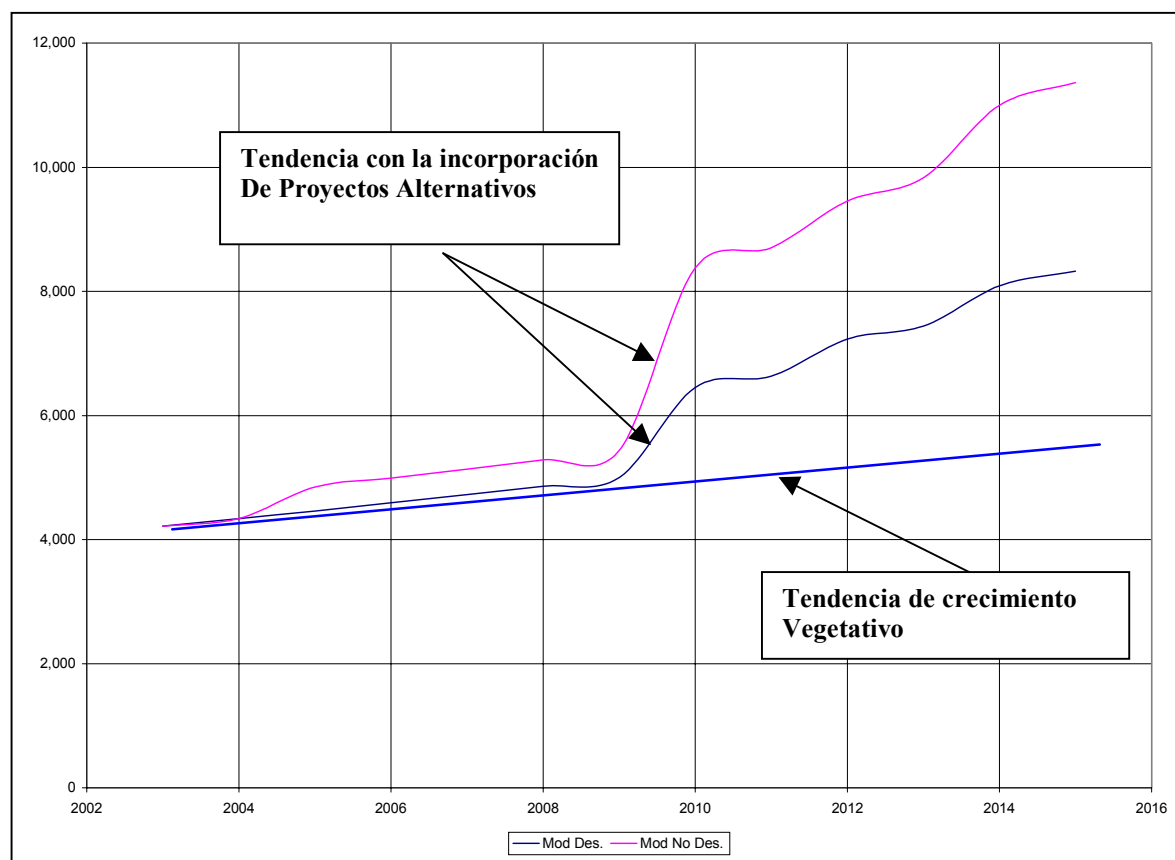
Sector	m³/día		Desarrollo 2003-2015	estructura	
	2003	2015		2003	2015
Doméstico	2.570	5.783	225%	61%	51%
Industrial	736	3.797	516%	17%	33%
Comercial	294	479	163%	7%	4%
Público	614	1.303	163%	15%	11%
Total	4.214	11.362	270%	100%	100%

**Cuadro12.5: Desarrollo de la demanda de agua en el Chaco Central; 2004–2020
(Consumo real, Escenario de menor desarrollo industrial).**

Sector	m³/día		Desarrollo 2003-2015	estructura	
	2003	2015		2003	2015
Doméstico	2.570	5.593	218%	61%	67%
Industrial	736	1.049	143%	17%	13%
Comercial	294	479	143%	5%	6%
Público	614	1.265	206%	15%	15%
Total	4.214	8.326	198%	100%	100%

En cuanto a la explotación minera, el potencial de arcilla expandida es el único importante en la zona de estudio (ver mapa de potencial minero en Anexo 13). Las consideraciones en cuanto a la demanda de agua incluye solo lo que se refiere al proceso de producción, este requiere la cantidad de agua para llevar la arcilla a su humedad óptima, lo cual implica una adición de agua al material dependiendo de su estado natural. Además todas las consideraciones de consumo humano que requeriría la puesta en marcha de la cantera con un personal aproximado de 15 obreros en total. (Ver Anexo 10)

Gráfico N° 12.1. Desarrollo de la demanda proyectada de agua.



13 Sistemas de Alcantarillado Y Tratamiento de Efluentes

13.1 Sistemas actuales

La gran mayoría de las comunidades urbanas y semiurbanas del Chaco Central no cuentan con sistemas de alcantarillado sanitario y las aguas residuales de las viviendas se disponen in-situ mediante tres sistemas tradicionalmente utilizados en el Paraguay. Los mismos son: i) letrinas comunes de fosa seca, ii) instalaciones sanitarias con pozo ciego, iii) instalaciones sanitarias con cámaras sépticas y pozos absorbentes. Debido a la falta muchas veces de instalaciones intradomiciliarias de agua corriente, es muy difícil mantener sistemas sanitarios que requieran descargas hídricas para su limpieza, por lo que los sistemas de letrinas de fosa seca son los más utilizados.

No existe en la actualidad ninguna entidad estatal encargada de los servicios de alcantarillado, aunque en teoría ESSAP debería asumir la responsabilidad en comunidades con poblaciones mayores a 10.000 habitantes, y SENASA con poblaciones menores. SENASA da una limitada asistencia en la letrinización de algunas comunidades más carenciadas mediante programas financiados por

organismos internacionales (ej. BIRF IV). Los sistemas de colección y tratamiento de efluentes son operados por las cooperativas menonitas de la zona.

Las comunidades que cuentan con algún sistema de colección y tratamiento de efluentes son Filadelfia, Loma Plata, Neuland y Lolita. (estas dos últimas exclusivamente para sus plantas industriales).

En las Colonias Mennonitas se nota una alta conciencia con respecto a los problemas relacionados a los efluentes sanitarios.

Alternativas de colección y tratamiento de efluentes

i. Sistemas sanitarios in-situ:

Para la gran mayoría de las localidades pequeñas (con población menor a 1.000 habitantes), solo deberían considerarse sistemas sanitarios con descarga in-situ, que comprenden unidades sanitarias individuales con disposición dentro del predio de la vivienda. Los sistemas más utilizados son las letrinas mejoradas y ventiladas cuyo diseño ya ha sido aprobado por SENASA en varios proyectos. En estos casos la cantidad de agua residual que se dispone es pequeña y es aceptable en la mayoría de los tipos de suelos, aún en los menos permeables.

Cuando por razones de confort se prefiere integrar los baños a la vivienda, se necesita incorporar instalaciones intradomiciliarias de agua corriente para permitir la limpieza de las unidades sanitarias por medios hídricos. En estos casos se pueden utilizar unidades de colección y tratamiento tales como las cámaras sépticas y los pozos absorbentes. Es importante destacar que la cantidad de agua que se infiltra al suelo es mayor y el funcionamiento del sistema está sujeto a la capacidad de absorción del suelo y a la fragilidad de contaminación de las aguas subterráneas, especialmente cuando bolsones de agua dulce en el Chaco Central son fuentes de abastecimiento.

ii. Sistemas dinámicos o alcantarillados:

Las redes colectoras incluyen tuberías de colección, registros de inspección, ramales domiciliarios, obras de cruces, interceptores y emisarios. Los sistemas convencionales de alcantarillado utilizan tuberías de diámetros mínimos de 150 mm con pendientes mínimas que garanticen una velocidad de escurrimiento superior a 0,60 m/s con caudales máximos del sistema de alimentación. Los sistemas convencionales pueden ser altamente costosos en el Chaco Central por los siguientes motivos:

- Requieren un alto consumo de agua para el mantenimiento de las unidades sanitarias y para garantizar las velocidades mínimas de autolimpieza.
- Las pendientes son muy bajas en la topografía del Chaco; exigiría la construcción de colectores profundos y con muchas estaciones de bombeo.

- La población generalmente dispersa en las áreas urbanas obligaría a tener una mayor cantidad de colectores por habitante servido.

Por estas razones deberían considerarse sistemas dinámicos alternativos de menor costo, tales como sistemas simplificados o sistemas de colectores sin arrastre de sólidos. Los sistemas simplificados son aquellos alcantarillados donde los diámetros mínimos son de 50 o 100 mm, las trayectorias de colectores siguen las líneas de máxima pendiente aún utilizando servidumbres por terrenos particulares y en muchos casos la vereda, para permitir que las excavaciones sean menores y con profundidades mínimas de 0,60 m. Los registros convencionales son reemplazados en la mayoría de los casos por registros de mampostería rectangulares o terminales de limpieza (TIL). La reducción en costos puede ser de hasta 40%.

Los sistemas sin arrastre de sólidos son aquellos sistemas donde la colección de aguas residuales se realiza solamente de la parte líquida de los mismos, pues la parte sólida es retenida en un tanque interceptor a la salida de la vivienda. El uso y limpieza de los tanques interceptores individuales debe ser vigilado por una Autoridad de Saneamiento para garantizar el buen funcionamiento del sistema. La reducción de costo del sistema puede llegar también a un 40%.

iii. Obras de tratamiento de efluentes:

Cuando se construyen obras de alcantarillado es necesario prever unidades de tratamiento de efluentes simples y de fácil operación, previo a la descarga de efluentes. Para comunidades pequeñas, los sistemas de tratamiento anaeróbicos son los más aconsejables debido a las elevadas temperaturas reinantes en la mayor parte del año en el Chaco Central. Aunque su eficiencia en remoción de la carga orgánica (DBO) se limita a un 70%, ellos pueden ofrecer una solución adecuada y de bajo costo. Como ejemplo de estas unidades se puede mencionar tanques decanto-digestores o tanques Imhoff, que son como grandes cámaras sépticas, donde se puede lograr un 40 a 50% de remoción de la DBO; estos pueden estar seguido de un filtro anaeróbico de flujo ascendente con un manto de piedra o un reactor anaeróbico de flujo ascendente con un manto de lodo (RAFAMAL). Cuando sea necesario mejorar la calidad del tratamiento, los efluentes de estas unidades pueden descargarse a lagunas facultativas y de maduración y el efluente final puede ser reutilizado para actividades de riego controlado.

Para comunidades mayores donde se requiera una mejor calidad de los efluentes finales desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico, las unidades más aconsejables son lagunas de estabilización biológica, facultativas y de maduración. Su uso en el Paraguay ha demostrado tener una alta eficiencia en cuanto a la remoción de la carga orgánica (hasta 95%) y de microorganismos (CF/100 ml hasta un 99,999 %, o su equivalente en reducción de 5 logaritmos).

Las lagunas de estabilización pueden producir efluentes aptos para distintos tipos de re uso, tanto para la cría de peces como para algún riego controlado en la agricultura. Cuando el riego se realiza por goteo deberá considerarse en el tratamiento la remoción de algas del efluente final, para evitar taponamientos en los dispositivos de goteo.

- Sin embargo, cuando las aguas tratadas sean utilizadas para algún riego controlado en el Chaco Central, deberán tomarse precauciones para evitar una mayor salinización de los suelos, por lo tanto solo es aconsejable utilizar un riego por goteo y por aspersión controlada. El usuario estará obligado a controlar la demanda de agua de su plantación para que nunca descargue más agua que va a consumirse por la evapotranspiración.

La disponibilidad de agua tratada para un riego prudente en el Chaco Central resultaría en un impacto económico positivo especialmente en las poblaciones Indígenas donde podrían darse impulsos para la horticultura y fruticultura. Aquí no existiría un alto riesgo de sobrecargar los suelos ya que el riego se realizaría en su mayoría a mano.

14 Fuentes de Abastecimiento de Agua.

14.1 El contexto Regional

Los Ríos Paraguay y Pilcomayo son los únicos cursos de agua superficial perennes importantes de la región Occidental. En la parte oriental del Chaco existen una serie de riachos menores que desembocan al Río Paraguay. En el área central y occidental del sistema hidrográfico de l Chaco solamente existen algunos antiguos cauces temporales, irregulares, que transportan el agua en intensas precipitaciones.

El clima del Chaco es semiárido hacia el oeste y subhúmedo hacia el este, con veranos lluviosos e inviernos secos. La precipitación media anual disminuye de 1,400 mm en el Río Paraguay a 500 mm en la frontera con Bolivia. La precipitación media en el Chaco Central es de 756 mm con una concentración de lluvias equivalente al 75% para el semestre más lluvioso y 35% para el trimestre más lluvioso. La frecuencia e intensidad de las lluvias ha ido gradualmente disminuyendo en el Chaco Central en los últimos 3 años (desde 2000), y se estima un comportamiento cíclico de lluvias, el cual se establece cada 10 a 15 años, previéndolo sequías importantes en los próximos 10 años. La temperatura es variada llegando a 45 C en verano y menos de 0 C en invierno, con un promedio anual de 25 C.

En un perfil desde el oeste de la región del Chaco aparecen diferentes niveles de aguas subterráneas con diferentes grados de salinización. Hacia el este, en dirección al Río Paraguay, hasta ahora solamente se han encontrado aguas subterráneas saladas. Mientras que en el oeste se trata de una salinización “antigua” que proviene de una época cuando el nivel de agua subterránea se hallaba en la zona de la evapotranspiración. Hacia el este, la evapotranspiración de las aguas subterráneas es todavía activa hoy, causando un enriquecimiento de sales reciente.

Los acuíferos profundos y algunos acuíferos freáticos de la región del Chaco Central presentan restricciones por la elevada salinidad de sus aguas. Bolsones de agua dulce en la capa freática permiten apenas una baja producción, con el riesgo actual de salinización de éstos por un bombeo excesivo en la época de invierno.

Prácticamente, en todos los acuíferos el sodio es predominante, mientras que regionalmente la dominación aniónica de los acuíferos profundos evoluciona a lo largo de la línea de flujo subterráneo, oeste-este, hacia una composición química similar a la del mar. Los acuíferos del Chaco Húmedo (oriental) y de las planicies del Río Paraguay revelan una elevada concentración de sales.

La presencia de agua subterránea salobre y salada en el Chaco Central se origina fundamentalmente por las condiciones de formación del agua: parámetros climáticos secos en desequilibrio, causando un exceso de evapotranspiración, originando condiciones salobres y concentraciones de elementos que generan minerales evaporíticos. La frecuencia de concentraciones yesíferas y carbonáticas demuestra el cuadro sedimentario.

En la región del oeste del Chaco se encuentra el complejo Yrenda, un acuífero con importante volumen de agua dulce con una recarga proveniente de la infiltración de las precipitaciones y ríos de Bolivia y de la laguna Izozog. En este complejo, verticalmente, en gran extensión, la salinidad disminuye con la profundidad, donde se produce una "inversión de salinidad" debida a las variaciones verticales de permeabilidad. Adicionalmente, existen evidencias que, a nivel regional la salinidad del agua de los acuíferos profundos tiende a disminuir a lo largo de la línea de flujo subterráneo.

14.2 Fuentes Potenciales alternativas para la Región

Ríos Paraguay y Pilcomayo

El Río Paraguay en el límite oriental del Chaco, tiene un caudal medio de 1,550 m³/s a la altura de Pto. Sastre y de 2,000 m³/s aguas abajo del Río Apa (Puerto Casado donde está concebida la toma de agua del proyecto Acueducto RP-CHC). El agua es blanda, y la pendiente entre Pto. Casado y Concepción es de 0,26 por mil. El agua tiene pocos sólidos y materia orgánica en suspensión y es plenamente apta para su aprovechamiento.

Por su parte, el Río Pilcomayo tiene un caudal medio de 200 m³/s en la frontera con Bolivia y una carga de sedimento de 100 Mill. de Ton / año, con una pendiente promedio del 0,33 por mil. El aprovechamiento de este río se ve restringido por varias razones. En primer lugar, su bajo caudal en época de estiaje. En segundo lugar, por el arrastre de alto contenido de sólidos, y finalmente, por tener un cauce muy dinámico en el tiempo y ser un río de carácter internacional. Por tratarse de un río que se desborda transportando gran cantidad de sedimentos, su cauce es inestable.

Desalinización del agua subterránea

Origen de las Aguas

En el Chaco Central, predomina la presencia de agua subterránea salobre y salada. La salinidad se origina fundamentalmente por las condiciones de formación de estas aguas: parámetros climáticos secos en desequilibrio, causando un exceso de evapotranspiración, originando condiciones salobres y concentraciones de elementos generadores de la precipitación de ciertos minerales (evaporitas). El factor fundamental en el Chaco Central no es la cantidad, sino la calidad del agua subterránea.

El agua subterránea salada somera y profunda (>10.000 mg/l RS) es agua clorurada sulfatada sódica, como así también el agua subterránea salobre ($1.000 - 10.000$ mg/l RS).

El agua subterránea dulce (<1.000 mg/l RS) de lentes restringidas es predominantemente del tipo bicarbonatada cálcica y magnésica.

La salinidad del agua subterránea en los acuíferos someros y profundos en el Chaco responde a nivel regional al clásico esquema de diferenciación desde agua carbonatada al oeste, pasando a agua sulfatada y culminando con agua clorurada al este, con predominancia catiónica de sodio.

Una parte de la sal en las aguas subterráneas proviene probablemente de los sedimentos mismos, del agua de los drenajes y de las precipitaciones que constantemente aportan, es decir, trasponen pequeñas cantidades de sal al sistema.

Así, la erosión eólica que surge en superficies secas por estiaje o inadecuadamente labradas, eleva partículas salinas hacia la atmósfera, que luego precipitan en otros sitios, al calmarse los vientos o como parte de las precipitaciones. Al comienzo de la época de lluvia se ha medido hasta 250 mS/cm en agua de precipitación en el Chaco central.

Análisis comparativo de las aguas subterráneas.

Agua subterránea dulce (<1000 mg/l RS): Predominan aguas del tipo bicarbonatada cálcica - magnésica en las reservas lenticulares de agua dulce subterránea en el Chaco Central. Estas reservas que han sido tradicionalmente de mayor consumo, pero van reduciéndose en los centros poblacionales debido a la creciente demanda.

El calcio es el catión predominante y aparece siempre acompañado por elevados valores de magnesio (causantes de incrustaciones no deseadas en cañerías de agua). La misma revela también una cierta tendencia a concentraciones de cloruro y un incremento de sílice, a causa de la lixiviación del acuífero arenoso fino.

Llama la atención el alto contenido de elementos menores, como hierro y manganeso. Ambos elementos llegan a valores alarmantemente concentrados,

tienen la tendencia a oxidarse y precipitarse en forma de óxidos insolubles (rojos y negros), causando todo tipo de problemas en instalaciones de agua.

El agua dulce subterránea es apta para todo uso, previo tratamiento minucioso.

Agua subterránea salobre (1000 - 10.000 mg/l RS): Predominan aguas del tipo bicarbonatada cálcica - magnésica a sulfatada - clorurada sódica. Representan la transición entre lentes de agua dulce y de agua salada. En el Chaco Central, es aceptado un volumen de producción estimado por pozo de 35.000 lt/hora de agua salobre. El agua es apta para el consumo animal, no así para el consumo humano o industrial.

Agua subterránea salada (10.000 - 60.000 mg/l RS): Agua subterránea del tipo sulfatada - clorurada sódica existe en abundancia en el área del Chaco Central.

El catión dominante es el sodio. Lo acompañan valores menores de calcio y magnesio. Sulfatos y cloruros son aniones mayores; llegan a equilibrarse o intercambiarse y señalan una condición de agua combinada. Así, se registran valores hasta 14.316 ppm SO₄²⁻, que reflejan la conductividad eléctrica pronunciada hasta 46.000 mmhos/cm y más. De la misma manera, los elevados valores de boro indican la relación a la alta salinidad, como así también la dureza indicada de hasta 5.900, acompañada por un pH relativamente bajo.

No se registran contaminaciones anómalas en las aguas subterráneas saladas.

La abundancia de agua salada queda demostrada por ensayos de bombeo realizados con caudales de hasta 35 m³/hora por pozo, sin que se manifieste un significativo descenso del nivel estático del acuífero. Las reservas son consideradas casi ilimitadas.

Aqua Lluvia

En la región se registra una precipitación entre 700 y 1.000mm anuales, pero es irregular la frecuencia de lluvias según los años, sin embargo, la misma constituye la principal fuente de recarga de lagunas, tajamares y acuíferos someros de la región. En las colonias menonitas el almacenamiento de agua lluvia en aljibes es el método más eficiente y seguro para el abastecimiento de los domicilios. Se estima que con una superficie de 300 m² y una precipitación de 1,000 mm anuales, con unas pérdidas del 25%, alcanza para una familia de 6 personas con un consumo diario de 100 litros por habitante día.

En una comunidad indígena donde viven 15 familias (100 personas) se consumen aproximadamente de 3,000 a 5,000 litros de agua por día dependiendo del acceso al recurso. El techo de una casa indígena tiene en promedio una superficie máxima de 80 m² y es general es de paja, lo cual es insuficiente para una solución de aljibes.

En la actualidad la mayoría de las comunidades utiliza el tajamar como solución, sin embargo, se presenta con frecuencia contaminación orgánica por animales y uso

humano (lavado de ropas, baño de personas y animales) o desechos humanos. Otro problema frecuente con esta solución son los sedimentos que tapan la tubería.

Desde abril de 1994 hasta abril de 1999, se llevó a cabo el proyecto "Agua para el Chaco" con recursos de una cooperación alemana. Se realizaron trabajos en 80 asentamientos del Chaco Central con muy buenos resultados.

Se construyeron 38 pozos entubados y 42 pozos cavados a mano; se excavaron 80 tajamares para la recolección e infiltración de agua pluvial; se construyeron 14 tanques australianos y 17 tanques elevados; se colocaron 186,000 m de tubería de distribución de agua; se construyeron 343 aljibes y filtros; se adquirieron 222 bombas de mano, y se instalaron 85 molinos de viento. El costo total del proyecto se acercó al millón de dólares, beneficiando a 30,000 habitantes de la región a un costo promedio de US\$20 — US\$30 por habitante.

A partir de los años 2000 se iniciaron trabajos de asistencia a Comunidades indígenas a través de SENASA con los proyectos BIRF III y IV asistiendo hasta la fecha a 35 comunidades mediante sistemas compuestos por Tajamares, molinos de viento y redes que alimentan grifos públicos y aljibes (Ver mapas en el Anexo 13).

Algo que vale la pena resaltar con la construcción de estos proyectos a comunidades indígenas, fueron los conflictos que se presentaron en algunas de las poblaciones beneficiadas. Los conflictos descritos fueron los siguientes: (i) falta de organización interna en algunas comunidades; (ii) escasa participación comunitaria; (iii) conflictos entre comunidades; y (iv) controversias políticas y religiosas. Lo anterior llama la atención sobre la necesidad de contar con un adecuado trabajo social en la preparación y puesta en marcha de cualquier proyecto que se adelante en la región.

Acuífero de la Región Oeste del Chaco (Acuífero Yrenda)

Una alternativa que hasta la fecha fue poco desarrollada es explotación del agua subterránea del acuífero *Yrenda* localizado al oeste de la región del Chaco, a través de pozos de 150 — 250 m de profundidad. El agua es de buena calidad, y apta para consumo humano, y el mismo puede ser conducido mediante un acueducto a la zona norte de la región del Chaco Central. La factibilidad de su explotación será considerada para la región Norte del Chaco Central ya que conjuntamente con el del Acueducto del Río Paraguay, representan alternativas válidas para abastecimiento de agua a gran escala.

Si se tiene en cuenta que el límite de 1,000 mg/l en residuo seco es el límite para tener un agua apta para el consumo humano, se puede estimar la reserva media de agua almacenada hasta los 250 m de profundidad. Aunque es desconocido el espesor total saturado con agua dulce, existe una probabilidad alta de que continúe más allá de los 250 m de profundidad de acuerdo con datos obtenidos de perforaciones profundas para búsqueda de petróleo.

Los estimativos del Ing E. Godoy en sus publicaciones son que existe agua de buena calidad de alrededor de 145 billones de metros cúbicos en el acuífero *Yrenda*, y se estima una recarga anual de este acuífero de 67,000 m³/día,

proveniente de infiltración de las precipitaciones y de los ríos en territorio Boliviano. Sin embargo, el estudio de viabilidad de esta alternativa, deberá tomar en cuenta el impacto ambiental que se generaría en el ecosistema hídrico de la zona.

15 Las Alternativas de Abastecimiento de Agua

15.1 El Proyecto Acueducto Río Paraguay- Chaco Central

El proyecto acueducto Río Paraguay se constituye en la alternativa mejor estudiada de abastecimiento de Agua Potable a los asentamientos poblacionales, a la industria agropecuaria y a los centros agro-industriales en el Chaco Central, incluyendo a Puerto Casado y núcleos poblacionales vecinos, permitiendo atender así el incremento de la demanda de agua y acompañar al desarrollo económico y social del Chaco bajo un escenario de máximo desarrollo económico de la región (ver Tabla No 8- Anexo 6). El mismo no contempla agua para la producción agrícola o ganadera, aunque se podría considerar al agua residual como un valor agregado que podría ser utilizado para este fin.

Localización

El trasvase de agua potable afecta a los Departamentos Alto Paraguay, Boquerón, y Pte Hayes. El área de influencia directa del Sistema de Acueducto abarca una superficie de 30,000 km² en el Chaco Central, con un área de influencia indirecta de 37,000 km², permitiendo además la formación de núcleos de desarrollo a lo largo del trazado desde Puerto Casado hasta Loma Plata y de los ramales. Una aductora de 200 Km desde Pto Casado hasta Loma Plata, y una red de 240 km de tuberías trasvasarían 12 Mill It/día de agua potable en la primera etapa (año 2015). Serían beneficiados en forma directa 50,600 habitantes del Chaco Central, 4.500 habitantes en el área de Puerto Casado, además de sector agropecuario, de la agro-industrial, y de los núcleos de población a formarse.

Concepción Técnica del Proyecto.

El sistema de acueducto permitiría el transporte de 12,000 m³/día de agua potable desde el Río Paraguay hacia el Chaco Central. El trasvase de agua consiste en:

- La Planta de Toma y tratamiento de agua en Puerto Casado con un caudal de tratamiento de 20,700 m³/día;
- La Estación de Bombeo de Alta Presión compuesta por 3 bombas de 153 Kw c/u para bombear 15.000 m³/día de agua al Chaco Central;
- La tubería de aducción desde Puerto Casado hasta Loma Plata, con una longitud de 200 Km construida en hierro fundido dúctil de 600 mm de diámetro;
- Tanque depósito central de agua potable en Loma Plata con capacidad de 14.778 m³, 2.000 m³ en Puerto Casado, 6.371 m³ en Filadelfia, 4.156 m³ en Neuland y tanques de hasta 75 m³ repartidos a lo largo de todo el sistema de distribución. La capacidad de reserva del proyecto es de aproximadamente 3

días de consumo.

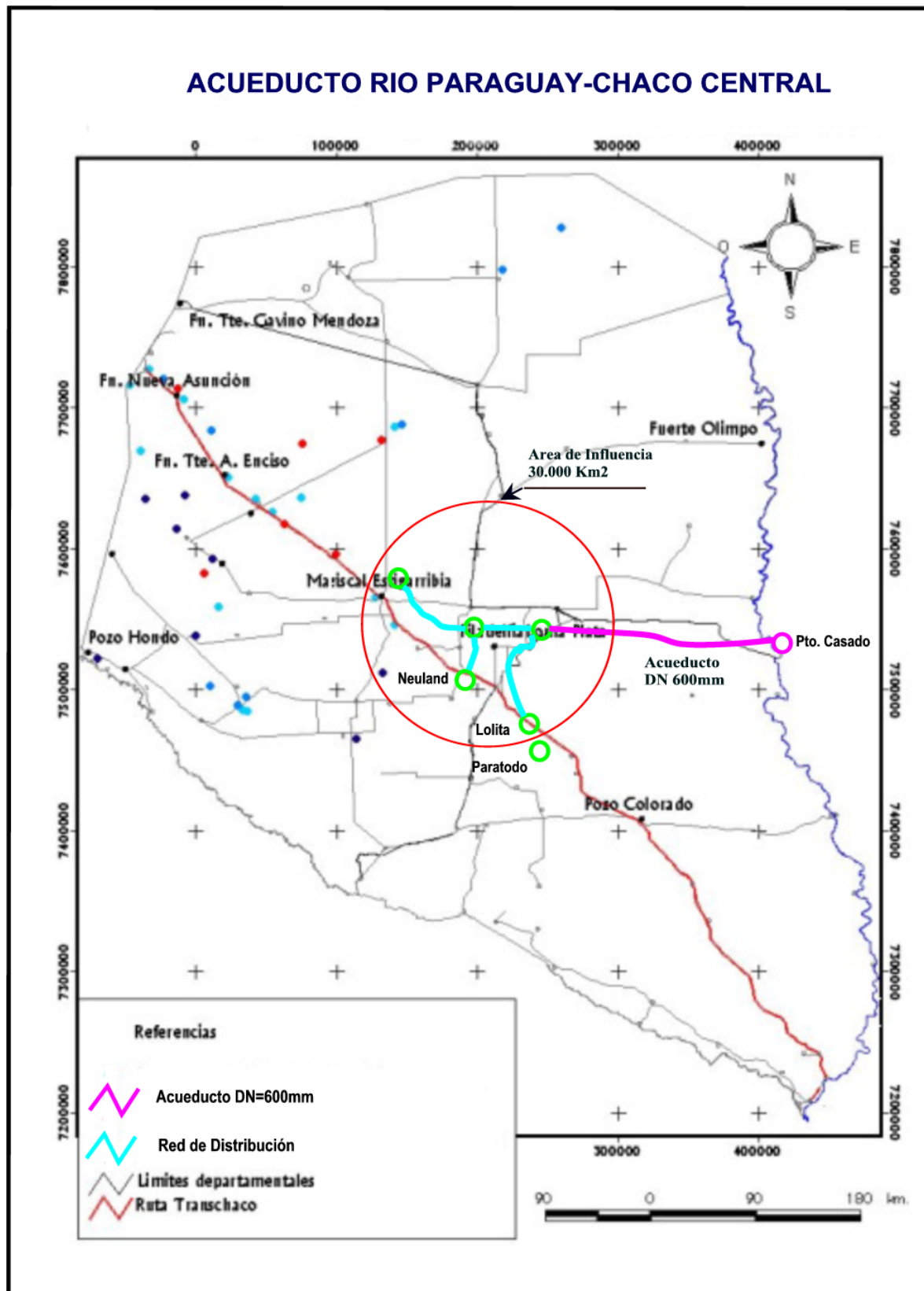
- Redes de distribución que en su primera etapa tienen las siguientes ramificaciones: **Ramal 1** (91 Km.)- Loma Plata – Cruce Loma Plata, Cruce Pioneros – La Esperanza – Tte. Fernandez – Lolita.; **Ramal 2** (99 Km.) – Loma Plata – Filadelfia – Neuwiese – Estancia Remonia – Mcal Estigarribia y **Ramal 3** (34 Km.)– Filadelfia – Choferes del Chaco – Neuland.

El sistema a implementarse hasta el año 2009 será ampliado según las decisiones de los usuarios y las inversiones disponibles. El mismo se ha definido luego de un proceso de priorización que ha utilizado como criterios fundamentales:

- alta seguridad de abastecimiento de agua;
- protección del recurso hídrico manteniendo el sistema tradicional de abastecimiento;
- protección de los recursos económicos, limitando las inversiones iniciales, analizando impactos sociales, económicos y del medio ambiente que resultarán con la implementación del Sistema de Acueducto;
- localización de centros para reservorios estratégicos de agua de manera a cubrir la demanda de agua en zonas que no contarán con el sistema de distribución priorizado
- Capacidad disponible para permitir la ampliación futura de las conducciones del sistema de distribución primaria en función de planes de desarrollo concretos.

Con estas premisas se limita el sistema de distribución primaria a implementarse a aquellas zonas que en la actualidad se presentan como centros agro-industriales, asentamientos poblacionales importantes y aquellas zonas que en un futuro podrían constituirse como polos de desarrollo en los asentamientos poblacionales vecinos.

Gráfico No 15.1
Acueducto Río Paraguay



Inversión Requerida, Costos de Operación y Mantenimiento

Un estimativo preliminar de la inversión y los costos de operación y mantenimiento muestra lo siguiente:

El costo total del proyecto asciende según la última estimación de la Comisión Acueducto a US\$ 68,4 millones de capital, y 2,06 millones anuales para operación y mantenimiento. Los principales componentes serían los siguientes:

Cuadro N° 15.1 – Resumen de Costos del Proyecto Acueducto

Módulo	Descripción	Costo Inversión U\$S	Costo anual O&M –U\$S
I	Toma de Agua y Tratamiento	2.493.000	529.000
II	Aductora de 600 mm	36.348.000	
	Est. De Bombeo de alta presión	818.000	
	Sistema de Control y monitoreo	3.836.000	922.000
III	Red de Distribución	24.918.000	612.000
	Total=	68.413.000	2.063.000

El costo total de operación y mantenimiento del sistema estaría alrededor de los 0,468 U\$S/m³ al final de la 1ª etapa del proyecto.

Estructura Institucional , Financiación y Tarifas

La gestión de la obra del Sistema de Acueducto estaría a cargo de la Comisión Acueducto, quien se encargaría de buscar fuentes de financiación para las obras de los módulos I y II, por un monto aproximado de 45 Millones de dólares. El módulo III sería financiado mediante una inversión/concesión privada o pública, garantizando el buen funcionamiento de la distribución del agua una vez instalado el sistema. La operación y mantenimiento del acueducto propiamente dicho (módulos I y II) sería concesionada a una empresa pública o privada, y sus costos serían transferidos a la tarifa del agua.

Los costos dinámicos del agua estimados por el estudio de factibilidad del Acueducto son los siguientes:

Cuadro 15.2 - Costo dinámico del Agua - Módulos I, II y III

Costo dinámico (US\$/m ³ de agua): Tasa = 10%			
	Inversión	O&M	Total
Mod 1	0,15	0,14	0,29
Mod 2	1,72	0,24	1,96
Mod 3	0.99	0.17	1.16
Total=	2.86	0,55	3.41

El costo dinámico del agua puesto en Loma Plata bajo el esquema de financiamiento de la inversión de los Modulos I y II por parte del Estado Paraguayo sería 0,38 U\$S/m³.

El costo final del agua en cada una de las localidades, bajo el mismo esquema de financiamiento es de 1,54 U\$S/m³. (alrededor de los 10.000 Gs/m³ a precios del dólar de Marzo/2003 equivalente a 7.000 Gs/U\$S).

15.2 El Proyecto Acueducto Acuífero Yrendá - Chaco Central

Antecedentes

Tomando como base al análisis de la información existente de pozos profundos perforados en el Chaco Paraguayo, que se encuentran registrados en el Departamento de Agua para el Chaco de la Comisión Nacional de Desarrollo Regional Integrado para el Chaco y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, se puede apreciar que no existe agua dulce subterránea en el Chaco Central apta para una explotación a gran escala, y que los acuíferos con muy buenos caudales de agua subterránea, aptas para el consumo humano, están ubicados al Norte, Noroeste y Oeste de la localidad de Mariscal Estigarribia, provenientes del denominado acuífero Yrendá (Ver Gráfico N° 15.3).

Algunas opciones para potenciales acueducto desde el Acuífero Yrendá hasta Mariscal Estigarribia son como se indica en el Gráfico N° 15.2:

Gráfico N° 15.2

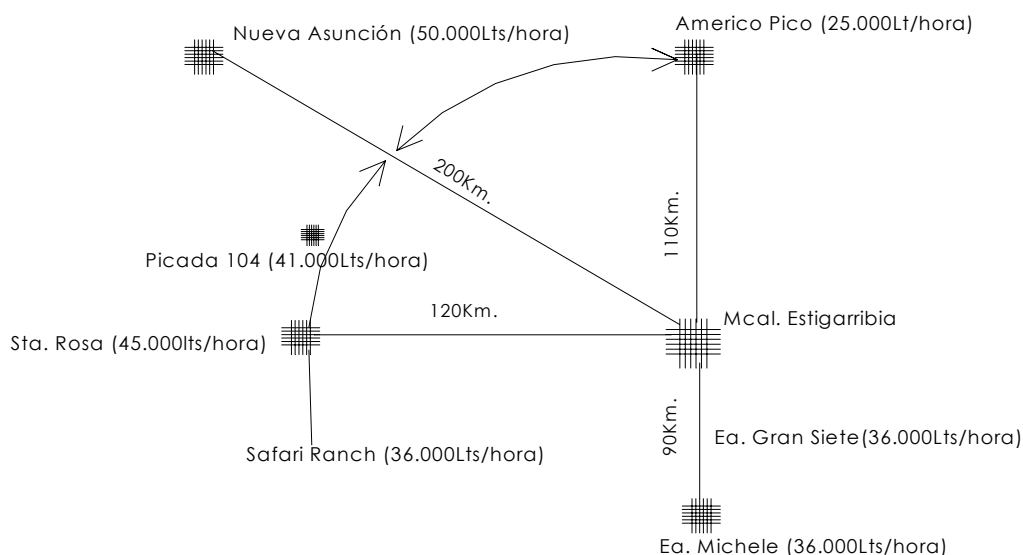
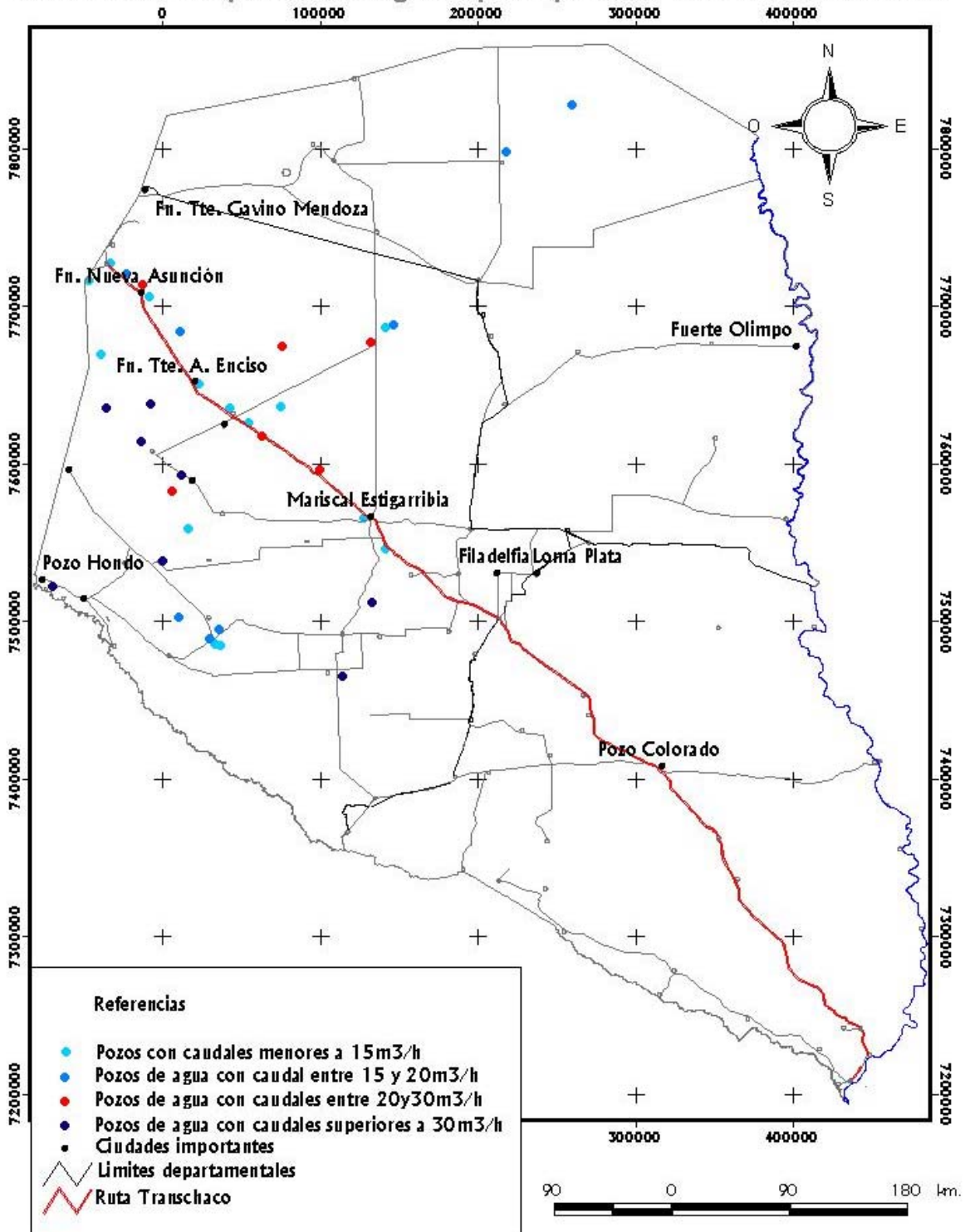


Gráfico No 15.3

Ubicación de pozos de agua aptos para el consumo humano

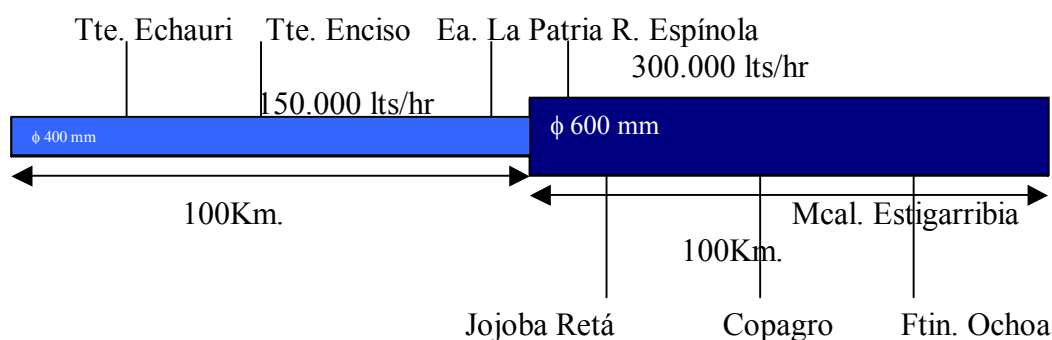


Opción n° 1

Acueducto - Nueva Asunción – Echaury López – Enciso– La Patria – Copagro – Fortín Ochoa – Mariscal Estigarribia (caudales superiores a 300.000Lts/h)

Por la ruta Transchaco, desde Nueva Asunción hasta Mariscal se tiene 200Km. En caso de construirse un acueducto este se podría realizar en dos diámetros: a.) Desde Nueva Asunción hasta la Ea. La Patria, aproximadamente 100Km. Con un diámetro adecuado para transportar 150.000 lts/hora y b.) desde La Patria hasta Mariscal se deberá prever el acarreo de otros 150.000 lts/hora por lo tanto la cañería deberá ser el de diferente diámetro que el primer trecho.

Gráfico N° 15.4



Opción n° 2

Acueducto Misión Santa Rosa – Safari Ranch – Mariscal Estigarribia (Caudales superiores a 100.000 lts/hr)

Siguiendo el camino desde la Misión, por Fortín, Hernandarias, hacia el Este a Mcal Estigarribia, la distancia de un acueducto estaría por los 120Km.

Opción n°3

Acueducto Ea. Michele – Ea. Gran Siete – Mcal Estigarribia. (Caudales superiores a 50.000 lts/hr), para explotación en pequeña escala, sujeto a mayores estudios.

A menos de 100Km en la dirección Sur de Mariscal

Opción n°4

Acueducto Américo Pico – Mariscal Estigarribia. (Caudales superiores a 50.000 lts/hr)

Desde Américo Pico hasta Mcal Estigarribia, por la ruta, se registran 110Km. de distancia. Considerando que sobre la Picada 108, a 30Km. en dirección Suroeste existen varios establecimientos de pozos con buenos caudales que deberán ser

considerados.

La opción más atractiva y conveniente es la Opción 1, debido al enorme caudal de explotación disponible, y es la que fue estudiada con más detalle en este análisis.

En términos de costos habrá que prever:

- a.) La construcción de un acueducto de aproximadamente 200Km., desde Nueva Asunción (Cota 314) hasta Mariscal Estigarribia (Cota 165). Este acueducto tendría en los primeros 100Km. un diámetro para transportar 150.000Lts/hora y los restantes 100Km. diámetro para 300.000Lts/hora.
- b.) La ejecución de 5 (cinco) pozos de 250m. de profundidad entre Nueva Asunción, Agripino Enciso, Echauri López y Ea. La Patria. Otros 5 (cinco) pozos de 250m. de profundidad cada uno entre Ramiro Espínola, Copagro y Fortín Ochoa.

Bases Técnicas del Proyecto

Es posible establecer como mejor opción la número 1, haciendo 10 perforaciones de pozos desde Nva Asunción hasta Fortín Ochoa, con un caudal promedio de 50.000 litros/hora por cada pozo. Esta opción permitiría el aprovechamiento del agua en el sitio de excavación y la alimentación a una aductora por gravedad a ser construida en todo el trayecto, aprovechando la pequeña pendiente que existe en todo el recorrido.

Las principales obras del proyecto son:

- c.) Un acueducto por gravedad de aproximadamente 200Km., desde Nueva Asunción (Cota 314) hasta Mariscal Estigarribia (Cota 165). Este acueducto tendría en los primeros 100Km en un diámetro de 400 mm para transportar 150.000Lts/hora y los restantes 100Km. en un diámetro de 600 mm para 300.000Lts/hora.
- d.) 5 (cinco) pozos de 250m. de profundidad entre Nueva Asunción, Agripino Enciso, Echauri López y Ea. La Patria. Otros 5 (cinco) pozos de 250m. de profundidad cada uno entre Ramiro Espínola, Copagro y Fortín Ochoa.
- e.) 10 reservorios de 1.000 m³ para almacenamiento de agua y corrección química de la misma, incluyendo su caseta de comando. Dichos reservorios estarían ubicados en un sitio próximo a cada pozo.
- f.) La instalación de 1 generador eléctrico movido a gas de 150 Kw en cada pozo para alimentación eléctrica de las bombas. Se ha elegido el uso de gas, debido a que en la zona existe yacimientos de gas que podrían ser aprovechados.

Los datos más relevantes de la propuesta se encuentran en el Cuadro N° 15.3.

Cuadro N° 15.3 – Datos de Potencial Acueducto Yrendá-Chaco Central

Distancia del Acueducto entre Nva. Asunción – Mcal. Estigarribia.....	200,00Km
a.) Fase I. Nva. Asunción – La Patria (p/transportar 150.000lt/h).....	100Km
b.) Fase II. La Patria – Mcal. Estigarribia (p/ transportar 300.000lt/h).....	100Km
Desnivel entre Nva. Asunción (314msn) – Mcal. Estigarribia (165msn).....	149,0m.
Profundidad prevista de cada pozo.....	250,00m.
Cartas Nacionales a Escala 1:50.000	
Números.....	4579 IV, 4478 II, 4578, 4678III, H 941
Calidad del Agua.....	Apta para el consumo humano
Caudales de cada pozo.....	entre 15.000 y 45.000lt/h

Costos del Proyecto

En el cuadro N° 15.4 se resumen los principales costos del proyecto acueducto Yrendá-Chaco Central. A estos costos debería adicionarse los costos de distribución de agua a las distintas localidades del Chaco. Si tomamos como población objetivo la misma población del Acueducto Río Paraguay-Chaco Central (Módulo III), tendríamos un incremento en el costo de las tuberías de distribución debido a la mayor distancia entre Mcal Estigarribia y los principales centros de consumo y ese incremento estaría dado de la siguiente manera

Cuadro N° 15.4- Resumen de Costos del Acueducto Yrendá-Chaco Central

Modulo	Descripción	Unid.	Cantidad	P.U U\$\$	Total U\$\$
I	Perforación y Equip. De Pozos de 250m				
	D= 150mm - Qmed=50.000 l/h	Unid	10	50.000	500.000
	Construcción de Reserv. 500 m3	Unid.	10	147.730	1.477.300
	Incluido Casa de Operación				
	Provisión e Instalación de Generadores a Gas				
	150Kw + Tableros y Lineas Eléctricas	Unid.	10	120.000	1.200.000
				Sub-Total Mod I=	3.177.300
II.	Prov y Colocación de Tub. H ^o F ^o Ductil K7				
	400 mm	m	100.000	109,46	10.946.000
	600 mm	m	100.000	168,34	16.834.000
	Provisión y Registros de Inspección	Unid	1.000	700	700.000
				Sub-Total Mod II=	28.480.000
III	Distribución de agua al Chaco Central				
	Idem Proyecto Acueducto Rio Paraguay	Gl.	1	31.424.000	31.424.000
				Sub-Total Mod III=	31.424.000
				Total Gral=	63.081.300

Un análisis preliminar del costo dinámico del agua para este proyecto se puede observar en el cuadro N° 15.5.

Cuadro 15.5 - Costo dinámico del Agua - Módulos I, II y III

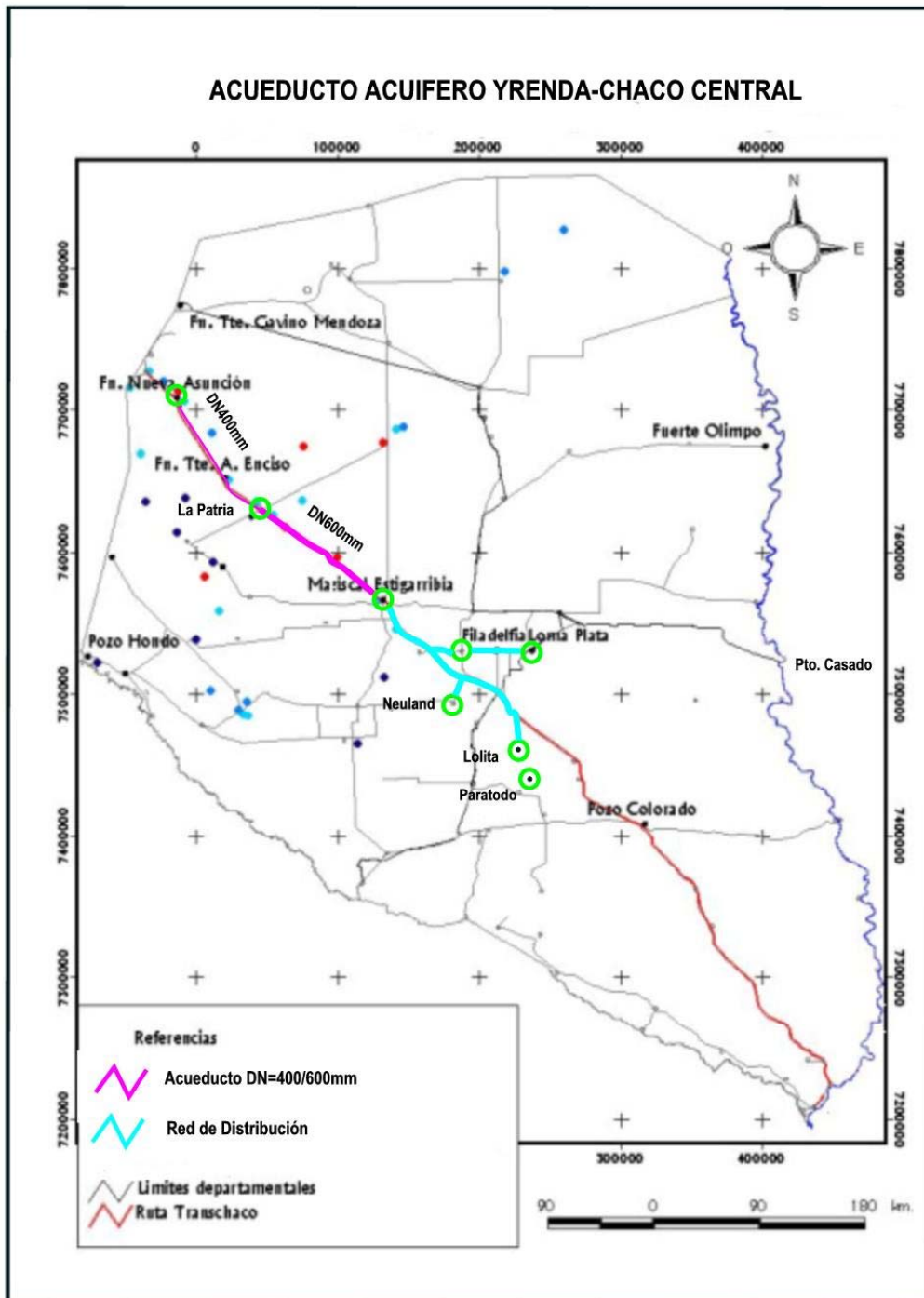
Costo dinámico (US\$/m ³ de agua): Tasa = 10%			
	Inversión	O&M	Total
Mod 1	0,19	0,18	0,37
Mod 2	1,34	0,19	1,53
Mod 3	0.99	0.17	1.16
Total=	2.52	0,54	3.06

Financiación

El proyecto tiene un costo de inversión muy elevado, que transferido a la tarifa del agua lo haría prácticamente impagable para la mayoría de la población beneficiada, por lo tanto, asumiendo un esquema de financiación similar al del Acueducto Río Paraguay-Chaco Central, en el cual la inversión principal del acueducto (Módulos I y II) es subsidiada por el Estado Paraguayo.

En esas condiciones, la tarifa del agua queda reducida a la inversión del Módulo III y a los costos de operación y mantenimiento del sistema, resultando en 1,53 US\$/m³ de agua consumida (aprox. 10.000 Gs/m³), similar al valor resultante del acueducto Río Paraguay.

Gráfico No 15.5
Acueducto Acuífero Yrendá-Chaco Central



15.3 Desalinización de Agua Subterránea

Existe suficiente agua salada en el Chaco Central que podría ser aprovechada previo un proceso de desalinización. Según estudios de GEO Consultores, existe una explotación garantizada de 35,000 lt/hr por cada pozo a 80 m de profundidad y de forma ilimitada, con contenidos de sal tradicionalmente entre 15,000 ppm y 40,000 ppm. Una planta desalinizadora permitiría un aprovechamiento continuo, controlable del recurso hídrico para usos agroindustriales y eventualmente consumo humano, a través de tecnologías viables.

GEO -Consultores y otros han estudiado la viabilidad tecnológica y financiera de una alternativa, de producción de 3,000 m³ de agua salada por día, produciendo 2,874 m³ de agua potable por día de uso directo, elaborando 88,6 ton. de sal común por día y 152,6 ton. de yeso por día, productos que se podrían comercializar rentablemente en el mercado doméstico, donde, en la actualidad, la mayoría de las sales provienen de mercados externos. Para este tipo de proyecto se necesitaría una inversión de US\$ 15 millones FOB, pero permitiría una ganancia de US\$ 9,1 millones por año, permitiendo la amortización de la inversión en un tiempo favorable.

La Comisión Acueducto dependiente del Ministerio de Obra Públicas ha desarrollado un proyecto para cubrir la demanda de agua potable de las poblaciones urbanas y periurbanas de las comunidades de Neuland y Mcal. Estigarribia basado en plantas desalinizadoras de ósmosis inversa. Dicho modelo puede ser replicado en cualquiera de las comunidades urbanas del Chaco Central.

La demanda de agua utilizada en el cálculo de las plantas desalinizadoras es coherente con la de los estudios presentados en este informe. En el cuadro 15.6 se presentan las demandas de los principales centros urbanos.

Cuadro N° 15.6 – Demanda de Agua

Localidad					
Consumo (m³/día)	Neuland	Filadelfia	Loma Plata	Lolita	Mcal. Estigarribia
Doméstico	169.7	453.6	522.1	123.5	167.7
Industrial	14.5	222.0	378.0	100.9	0.0
Comercial	32.2	108.5	73.8	24.6	30.1
Público	50.0	133.0	123.0	30.9	43.9
TOTAL (*)	266.3	917.0	1096.9	279.8	241.6

* Los valores *TOTALES* del cuadro anterior fueron utilizados como *base* para el dimensionado de cada uno de los sistemas, coinciden con los presentados en la Tabla No 1 del Anexo 6.

Para ambas ciudades se tiene previsto instalar una planta con dos unidades de osmosis inversa con una capacidad máxima de producción de 400 m³ / día.

La inversión estimada para la implementación, puesta en marcha y obras complementarias de las Plantas Desalinizadoras se estiman en los 2.15 millones de dólares americanos para las localidades de Neuland y Mcal Estigarribia. De los cuales se estima una inversión de 1,15 millones para Neuland y 1 millón de dólares para Mcal Estigarribia. Trasladando los costos de inversión a la tarifa se tendría aproximadamente 2 U\$S/m³ de agua vendida.

Determinación de la Tarifa

Los costos operativos basados en escenarios de consumo de 60%, 75% y 100% de la capacidad instalada dan valores entre 0,65 y 0,60 U\$S/m³ de agua.

El costo total asumiendo la amortización de la inversión es de aproximadamente 2,6 U\$S/m³ de agua tratada. Este costo resulta elevado si se considera el costo de la inversión en las obras civiles y plantas en la tarifa del agua, aunque es menor que los sistemas de Acueductos tratados con anterioridad.

La principal restricción encontrada para llevar a cabo proyectos con plantas desalinizadoras tiene que ver con el tratamiento de la salmuera (subproducto del proceso de desalinización), pues queda claro que no habría manera de depositarlo en la región sin que afectara el medio ambiente por la posible contaminación de las reservas de agua dulce subterránea y la contaminación del suelo con su impacto negativo en la producción agropecuaria de la región. Por lo tanto esta alternativa, requiere de mayores estudios de investigación sobre los impactos ambientales y valoración de los riesgos en el caso de una aplicación continua en el Chaco Central.

15.4 Recarga de Acuíferos

Uno de los métodos ya utilizados en la región de estudio con buenos resultados es el almacenamiento de agua dulce sobre agua salada en acuíferos someros que son recargados artificialmente por infiltración de agua de lluvia, desde tajamares con fondo permeable.

Con la ayuda de estos tajamares artificiales, ubicados en una depresión del terreno, principalmente en la red de antiguos paleocauces, se puede colectar el agua de las lluvias mediante canales e infiltrar en el subsuelo para formar un lente de agua dulce que luego es extraída mediante pozos someros.

Las capacidad de producción es relativa, dependiendo del área de la recarga, pero se podrían conseguir caudales del orden de 20 a 40 m³/día. Una de las mejores

experiencias se tiene actualmente en el manejo del acuífero de Neudorf, donde se ubica el matadero de Loma Plata, con una capacidad de producción de 100 m³/día. (ver Anexo 7)

La explotación del agua almacenada se realiza a través de una batería de pozos de explotación distantes a 30-40 m. entre sí. Los pozos deben ser monitoreados para el control de los niveles de salinidad a fin de evitar la invasión de agua salada, y el control es el factor fundamental que garantiza la sustentabilidad del sistema. Se establece 700 mg/l de salinidad como límite máximo de explotación en los pozos, el cual es utilizado como un indicador para el traslado de la explotación hacia el siguiente pozo más próximo.

Se tiene conocimiento de que la formación de lentes de agua dulce se produce rápidamente en tiempos de lluvia, calculándose que, luego de un año, la infiltración de un tajamar con un volumen de 2800 m³ y precipitaciones de 800 a 1000 mm han alcanzado valores de infiltración de aproximadamente 15 a 40 m³ por día, almacenándose un volumen de agua dulce de 7.500 m³ por año (Martin Junker, 1995).

Una de las principales ventajas de este método consiste en evitar las enormes pérdidas de agua producidas por evaporación en los tajamares donde se almacenan aguas de lluvia.

La Comisión Acueducto ha desarrollado un proyecto Cubrir parcialmente la demanda de agua potable de la población urbana y periurbana de las localidades de Campo Aceval, Villa Chóferes del Chaco, Diez Leguas / Campo Largo, Teniente Fernández, Cruce Los Pioneros, Loma Plata, Filadelfia y Neuland, mediante la construcción de tajamares de infiltración de 15.000 m³ de capacidad, con lo cual se proyecta obtener una infiltración que garantice una producción mínima de 30 m³ / día.

La población a ser beneficiadas por el proyecto comprende un total de 24.770 habitantes, conforme se indica en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 15.7 – Localidades elegidas para el Proyecto de Recarga Artificial.

LOCALIDAD	POBLACION	CONSUMO m³/dia
1. Campo Aceval	1.100	59,4
2. Villa Choferes del Chaco	1.000	54,0
3. Diez Leguas/ Campo Largo	1.780	84,9
4. Teniente Fernández	1.760	84,1
5. Cruce Los Pioneros	1.620	112,4
6. Loma Plata (Área de Influencia)	7.460	718,9
7. Filadelfia (Área de Influencia)	7.120	695,0
8. Neuland (Área de Influencia)	2.930	248,8
Total	24.770	1.357,5

Con este proyecto se pretende cubrir aproximadamente un 20% de la demanda.

La estimación de costos se realizó en base a un modelo a ser implementado en las 8 localidades estudiadas, mediante la construcción de tajamares con medidas básicas de 50 m x 100m, con una profundidad promedio de 3 metros (15.000 m³). Se estima una producción de 30 m³ / día por sistema, totalizando una producción de 240 m³ / día para los ocho sistemas estudiados

Cuadro N° 15.8 - CUADRO DE COSTOS

Resumen de Costos por Sistema

COMPONENTE	COSTO (US\$)
Relevamiento plani-altimétrico	3000
Relevamiento geológico e hidrogeológico	6000
Realización de pozos de observación	5400
Construcción de tajamar	15000
Realización de pozo de explotación.	9000
Sub-Total	37.400
Imprevistos 15%	5.610
Total US\$	43.010

43.010 US\$ X 9 Sistemas = US\$ 387.090

Asumiendo un costo de operación de aproximadamente 8.000 U\$S por año se tiene una tarifa promedio de 0,73 U\$S/m³ de agua.

15.5 Colecta del Agua de Lluvia en Tajamares

Los sistemas tradicionales de abastecimiento de agua en el Chaco mediante la captación de agua de lluvia en Tajamares han sido enormemente desarrollados mediante tres programas que actúan en paralelo. Dichos programas son PRODECHACO, SENASA y la Comisión Acueducto. Los detalles de dichos programas son:

- PRODECHACO: construcción de 95 sistemas de agua en todo el chaco hasta el año 2002.
- SENASA con Financiación del Banco Mundial tiene en construcción de 35 tajamares y se prevé la construcción de 80 tajamares más en 2 años con un promedio de capacidad de 13000 m³ por sistema, con una capacidad aproximada de 1.000.000 m³ y llegando al 100 % de las localidades indígenas en al Chaco.
- La Comisión Acueducto, prevé la construcción futura de 68 sistemas de agua con una inversión de casi 1.000. 000 US\$ para una población de 30.000 habitantes en el chaco.

Cabe señalar que todos los sistemas de abastecimiento de agua a través de tajamares utilizan el agua cruda para su distribución y consumo. Los proyectos constituyen una mejora importante en la calidad de vida de las poblaciones indígenas y latino-paraguayas beneficiadas, porque permiten acercar el agua mediante tuberías hasta sus comunidades, pero el agua de consumo no es potable, y los proyectos no producen impactos significativos en la reducción de enfermedades de origen hídrico, sin embargo es posible realizar mejoras en la calidad introduciendo pequeños sistemas de filtración y cloración. La Comisión Acueducto se encuentra experimentando con un sistema compacto de filtración en 8 comunidades indígenas.

16 Soluciones Propuestas a corto, mediano y largo plazo

Es indudable que ninguna de las soluciones planteadas, por sí sola solucionaría el problema de agua en el Chaco Central. La solución deberá pasar necesariamente por una suma de soluciones complementarias entre las cuales se encuentra el fortalecimiento y la optimización de los sistemas tradicionales, y la incorporación de sistemas con tecnologías nuevas, de manera a satisfacer las necesidades de agua para los distintos escenarios de demanda planteados en este estudio.

16.1 Optimización de los sistemas tradicionales.

a- Colecta de agua de lluvia en tajamares.

La colecta de agua de lluvia en tajamares es uno de los sistemas más utilizados en el Chaco Central, y en particular, en comunidades indígenas y latino paraguayas, constituye el único medio de abastecimiento de agua. El agua de lluvia es transportada mediante canales naturales o construidos, a lagunas artificiales (tajamares) excavadas en lugares bajos y en suelos de baja permeabilidad. La capacidad de dichas lagunas varía por lo general entre 10.000 y 20.000 m³, y en general están diseñadas para almacenar la cantidad suficiente de agua para un año de consumo de la población a ser abastecida. Se estima que dichos tajamares deberían llenarse por lo menos dos veces al año, durante los periodos de lluvia de ocurrencia cíclica. Sin embargo durante periodos de sequía prolongados, suelen quedar sin agua, ocasionando severos problemas sanitarios, ya que obliga a la población a consumir el agua del fondo de los mismos con lodos altamente contaminados.

Se estima que en los próximos 5 años todas las comunidades indígenas y latino-paraguayas del Chaco contarán con sistemas de abastecimiento a través de tajamares, gracias a proyectos como los de Senasa (BIRF IV), Senasa (BID), Agua Dulce (Comisión Acueducto) y Prodechaco y algunos otros como de la Gobernaciones, Municipalidades y ONGs que operan en el Chaco. Sin embargo, dichos proyectos están lejos de dar una solución definitiva al problema de cantidad y calidad de agua, ya que el agua almacenada en la mayoría de los casos resulta insuficiente para cubrir los largos periodos cíclicos de sequía que ocurren casi anualmente, y además, el agua que se distribuye es agua cruda, sin ningún tratamiento y no apta para consumo humano.

Por lo tanto, la optimización de los sistemas tradicionales pasa por mejorar dos aspectos principales, la cantidad y la calidad del agua.

La cantidad de agua- En el corto plazo podrá mejorarse mediante el uso de tajamares más grandes, que almacenen más cantidad de agua, un ejemplo en la región es la enorme laguna artificial creada en el extremo de la pista del Aeropuerto de Mcal Estigarribia, la cual almacena agua suficiente para soportar los periodos de sequía, e inclusive sirve como fuente de abastecimiento para comunidades vecinas. Tal vez, no sería recomendable incrementar el tamaño de todos los tajamares, ya que la misma resultaría en inversiones muy altas, pero se podrían estudiar sitios estratégicos donde se podría replicar el modelo de Mcal Estigarribia, o sea, enormes lagunas artificiales que sirvan de soporte a las comunidades vecinas en un radio de acción razonable, y desde el cual se pueda transportar el agua en camiones

cisternas, estos proyectos en lo posible deberán estar asociados a grandes áreas impermeables, como la pista de dicho aeropuerto, que permite una colecta importante de agua de lluvia. En el mediano y largo plazo, se podría asumir que sistemas centralizados de redes provenientes de los Acueductos del Río Paraguay o del Yrendá, podrían reemplazar a estos tajamares como fuentes de agua para el uso humano.

Es posible que la sustentabilidad de grandes sistemas de lagunas debe asociarse necesariamente a áreas con determinadas condiciones hidrogeológicas, como la de antiguos paleocausales colmatados que sirvan de almacenamiento de agua y recarga de dichas lagunas, por lo tanto deberá estudiarse cuidadosamente los sitios donde es posible aplicar este tipo de tecnología.

Por otro lado, también se podrían experimentar con nuevas tecnologías de almacenamiento de aguas de lluvia, en recintos estancos revestidos con membranas de plástico o polietileno para reducir al máximo la infiltración, y con coberturas hechas con mallas de plástico para reducir la evaporación y evitar la formación de algas. Estos enormes recintos podrían mantener el agua en buenas condiciones y por más tiempo, pero deberían en lo posible estar asociadas a grandes áreas pavimentadas, de manera a colectar aguas de lluvia con menor superficie de aporte. Estas grandes áreas pavimentadas podrían constituir las rutas existentes y las nuevas a ser pavimentadas (como ejemplo el tramo Ruta Transchaco-Loma Plata, o los corredores de Occidente), y también se podrán construir playas impermeables para colecta de agua de lluvia.

La calidad del Agua – Aunque los proyectos desarrollados por agencias gubernamentales y no gubernamentales contemplan la protección de los tajamares con rejas perimetrales para evitar el ingreso de personas y animales, los mismos solo son parcialmente eficientes. El agua cruda proveniente de los mismos no es apta para consumo humano, contiene pocos minerales por ser agua proveniente de lluvias y está altamente contaminada por excretas de animales, por animales muertos y la gran biomasa que se acumula en el fondo, que promueve la formación de microorganismos patógenos. Dicha agua es tradicionalmente consumida por la mayoría de las poblaciones indígenas y latino-paraguaya, y afecta sensiblemente la salud de las personas, especialmente a los niños, quienes sufren las consecuencias devastadoras de enfermedades con alta tasa de morbilidad y mortalidad.⁸

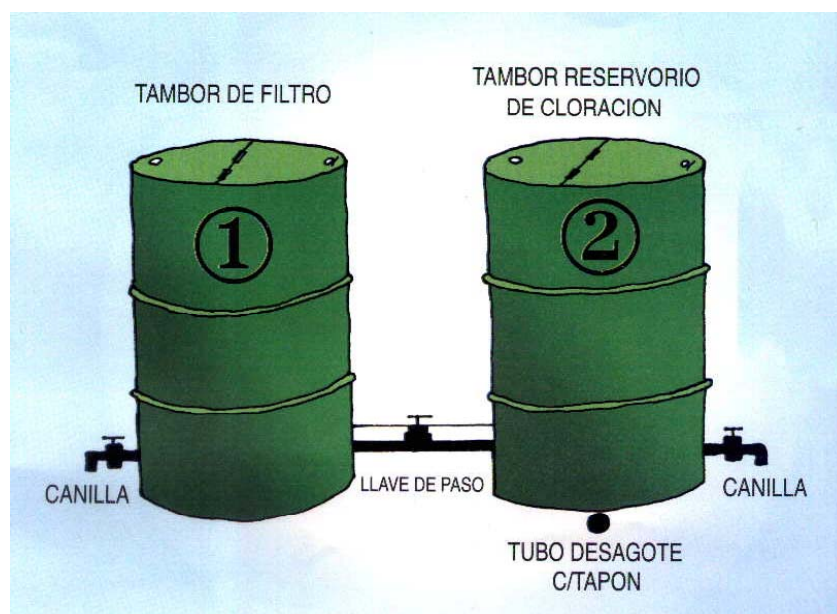
Los proyectos desarrollados por Senasa y Prodechaco han incorporado filtros de piedra en la toma de agua de los tajamares y filtros de arena en la toma de los aljibes. Estos filtros, aunque son relativamente útiles para reducir el ingreso de

⁸ Las Autoridades Sanitarias aún no han establecido estadísticas de morbilidad y mortalidad de enfermedades de origen hídrico en la Región, pero en entrevistas realizadas con médicos de la zona, los mismo han expresado enorme preocupación para este fenómeno.

sólidos gruesos a las líneas de conducción, no aportan ningún mejoramiento en la calidad química o bacteriológica del agua. La Comisión Acueducto en su proyecto “Agua Limpia”, ha experimentado con un filtro rápido de piedra y carbón activado seguido de un tanque de cloración, un sistema para mejorar la calidad del agua de los tajamares, y aunque la mejora es apreciable, no se alcanza aún el grado de potabilidad requerido por las normas sanitarias. Los filtros desarrollados por Senasa, y la Comisión Acueducto, se obstruyen con facilidad debido al gran contenido de algas en las aguas de los tajamares, y dejan de funcionar al poco tiempo de instalados.

La solución a corto plazo debería pasar por un tratamiento más completo del agua cruda que incluya primero floculación de algas y sustancias coloidales, de manera a remover sedimentos finos y color, seguido por una filtración rápida o lenta del agua y finalmente la desinfección con cloro, para asegurar una buena calidad desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico. Con relación a la deficiencia de minerales en el agua, especialmente el yodo, calcio, fluor, etc, tal vez deberán abordarse a través de otros programas complementarios, como el de la sal de consumo humano. El sistema debería ser lo suficientemente simple y en lo posible se deberá promover el uso de materiales locales para asegurar su sustentabilidad.

Gráfico N° 16.1 – Sistema de Tratamiento del Proyecto Agua Limpia – Com. Acueducto.



La floculación del agua cruda, que normalmente se realiza con sulfato de aluminio en las grandes plantas de potabilización, y que resulta en un producto químico de alto costo, puede ser reemplazado por arcillas expansivas que se encuentran en

gran cantidad en la Región⁹. La filtración y desinfección podrían seguir los modelos experimentados por Senasa y la Comisión Acueducto en su proyecto “Agua Limpia”, o bien, se podrían desarrollar otras tecnologías de bajo costo, adecuados para la región, como el uso de filtros lentos de arena, siempre que se logre una buena clarificación del agua en los procesos previos.

La implementación de estas tecnologías requerirá primero de un trabajo de experimentación, que podrían estar a cargo de Senasa o de las Universidades, y posteriormente de una buena campaña de promoción, educación y capacitación técnica para que se logren los objetivos esperados.

En el mediano y largo plazo, el agua para consumo humano debería provenir de fuentes más seguras como los propuestos en el Proyecto de Acueducto Río Paraguay-Chaco Central y el Acueducto Yrendá – Mcal Estigarribia.

Como resultado de este análisis, se podrá concluir que será conveniente contratar estudios de consultoría para que siguiendo las recomendaciones de este documento, determinen los mecanismos para mejorar el abastecimiento de agua en la Región mediante el uso de sistemas tradicionales, desde el punto de vista de calidad y cantidad de agua.

b- Colecta de agua en aljibes.

Es el sistema tradicional utilizado principalmente en las colonias menonitas para abastecimiento de agua domiciliaria. El método funciona para viviendas o edificios que cuentan con techos impermeables, ya que los mismos permiten coleccionar el agua de lluvia y almacenarlo en depósitos subterráneos, o aljibes. Dicha agua por lo general se consume sin ningún tratamiento previo.

El agua se recarga en los dos periodos cíclicos de lluvia que existe en la región, y en la mayoría de los casos no dura lo suficiente para soportar los largos periodos de sequía. En dichas ocasiones, los usuarios deben recurrir a la compra de agua de camiones cisternas que transportan el líquido de grandes distancias.

El agua de los aljibes tampoco es potable, contiene muy pocos minerales, por ser agua de lluvia y generalmente debido a los prolongados periodos de almacenamiento se contamina con residuos de todo tipo y principalmente con pequeños animales muertos que pudieron ingresar al recinto de almacenamiento.

⁹ Ref. Potencial Minero del Chaco.-. ver ítem 6.2 de este informe.

Se estima que una familia tipo necesita de una reserva de por lo menos 75.000 litros de agua para que con dos llenados anuales, pueda satisfacer su demanda anual. Ello implica contar con por lo menos 200 m² de techo impermeable.¹⁰

La colecta de agua en aljibes contribuye notablemente a satisfacer gran parte de la demanda de agua de las poblaciones urbanas del Chaco y también contribuye en un gran porcentaje (alrededor del 50% en las colonias menonitas) a satisfacer la demanda del sector público.

Sin embargo, estos sistemas podrán ser mejorados en sus dos aspectos a) en cuanto a cantidad, se podrían analizar el uso de mallas de plástico semipermeables para aumentar la superficie de captación, asociadas a reservorios comunitarios más grandes, o bien grandes playas de captación trabajadas en el suelo, y b) en cuanto a calidad, se podrán incluir en el proceso pequeños sistemas de filtración y desinfección similares al propuesto en el estudio agua limpia de la Comisión Acueducto, tomando en cuenta que el agua de los aljibes no tiene la turbiedad ni el color del agua de los tajamares

c- Recarga artificial de Acuíferos.

Es un método que requiere mayor tecnología y control, pero resulta de enormes ventajas con relación al sistema anterior. La primera ventaja consiste en almacenar agua de lluvia en acuíferos someros evitando las enormes pérdidas por evaporación que ocurren en los tajamares, la otra ventaja es la de aislar el problema de contaminación del agua por agentes externos resultando en un agua de mejor calidad para consumo, requiriendo menores tratamientos.

La experiencia de Neudorf, podría ser replicada en otras áreas de la región, utilizando principalmente el apoyo de la Dirección de Recursos Hídricos (dependiente de la Gobernación de Boquerón) con amplia experiencia en el tema.

La optimización de este sistema deberá pasar necesariamente por el fortalecimiento de la institución que deberá estar a cargo del manejo del agua de los acuíferos, ya que el mismo no puede quedar a cargo de la comunidad, por las técnicas requeridas para su explotación.

Experiencias anteriores han fracasado por falta de conocimiento en el manejo de estos acuíferos, que se han salinizado por sobreexplotación de los mismos. Como resultado, podemos concluir que el proceso de optimización de estos sistemas estaría, primero en la ampliación de estudios hidrogeológicos en la región para determinar los sitios de posible recarga, con la medición in-situ de los volúmenes

¹⁰ Estudio de la Saltzwitter- Cap 3.2.2

probables de explotación sustentable, y posteriormente un modelo de gestión del agua, que incluya el fortalecimiento de las instituciones encargadas del manejo de dicho recurso. Se podría establecer un segundo trabajo de consultoría para ampliar estos estudios.

Gráfico N° 16. 2 – Explotación del Acuífero de Neudorf



Sistema de pozos de agua (Neudorf), seis en total, perforados en línea en un ambiente de paleocauce. El agua dulce corresponde a la lente de agua dulce sobre agua salada. (Foto H.Wiens)

Gráfico N° 16.3



Sistema de aprovechamiento del Acuífero de Neudorf por el método de recarga artificial- Vista de Canaletas colectoras, tajamares y tanque australiano. (Foto: Bruno Brack)

16.2 Alternativas de abastecimiento con sistemas no tradicionales.

a- Desalinización de agua subterránea.

La desalinización del agua salada subterránea puede llegar a constituir una alternativa válida a corto plazo para regiones muy áridas, con baja tasa de precipitación, y donde los sistemas tradicionales de colección de agua de lluvia resultan altamente deficientes, como es la zona de Chaco Central oeste, y especialmente la zona de influencia de Lolita, donde se encuentra la mayor fábrica de quesos de la Colonia Menno.

Conforme a lo mencionado en este informe (ver ítem 15.3 de este informe), es posible una explotación de 35.000 l/hora por pozo de 80 m de profundidad y de forma ilimitada. Con esta tasa de explotación, un solo pozo por ejemplo, podría satisfacer la demanda actual de agua de Lolita, que es de 280 m³/día. El principal problema constituye la disposición del agua salada residual del proceso, la cual puede crear problemas ambientales severos.

Una de las alternativas planteadas en estudios de consultorías anteriores es la industrialización y el reuso de la sal para fines comerciales. Sin embargo, al no existir un mercado asegurado de la sal, no debería plantearse soluciones en las cuales el residual se tenga que disponer y acumular sobre la superficie del Chaco, ello puede llegar a producir salinización progresiva de los suelos vecinos de manera irreversible, aún cuando la sal se disponga en recintos estancos. Ello es debido principalmente al transporte de sales a través de los vientos predominantes en la región.

Sin embargo, es posible experimentar la tecnología de reinyección del agua salada residual a acuíferos profundos, donde los impactos ambientales podrían ser irrelevantes, pero la misma requerirá de tecnologías más sofisticadas que las utilizadas hasta la fecha en plantas pilotos de desalinización. La reinyección debería preverse a acuíferos confinados en los sedimentos del terciario y a profundidades del orden de 400 a 500 metros, y no en los sedimentos del cuaternario, que en la mayoría de los casos son de muy baja permeabilidad, dificultando enormemente la reinyección del agua salada. La reinyección de agua a gran profundidad requerirá de mayores potencias en bombas, resultando todo el sistema más costoso en cuanto a equipamiento Electromecánico.

b- El Acueducto Río Paraguay – Chaco Central

El proyecto Acueducto Río Paraguay-Chaco Central es quizás uno de los estudios mejor elaborados sobre abastecimiento de agua en la Región. Es un proyecto que integra todos los sistemas de abastecimiento tomando una sola fuente de abastecimiento – el Río Paraguay, y con ello prevé satisfacer la demanda de agua para uso residencial, público, comercial e industrial, con un horizonte de 25 años. Indudablemente es un proyecto muy ambicioso con un escenario de consumo muy amplio para la región.

Sin embargo el proyecto tiene dos grandes ejes de discusión. El primero es el tema económico, ya que involucra una enorme inversión de capital para un consumo que tiene una población relativamente pequeña, y con un componente industrial elevado (33% de la estructura de consumo es para uso industrial en la primera etapa), y el segundo es el medioambiental, ya que representa un aporte importante de agua que no pertenece al ecosistema actual.

I. Aspectos Económicos

La propuesta de subsidio del estado de una parte importante de la inversión inicial (2/3 del total de costo de la obra) representa un enorme obstáculo tomando en cuenta el déficit económico actual del país. Sin embargo, es posible estudiar soluciones de menor costo de inversión modificando un poco el escenario de desarrollo del consumo de la región.

Un análisis preliminar realizado para este estudio muestra que rediseñando el modelo del acueducto para una capacidad inicial de 8.300 m³/día (con una máxima de 10.300 m³/día en la etapa final), basado en un escenario de consumo diferente, es posible disminuir el tamaño de la tubería, que pasaría de 600 mm a 500 mm (ver Tabla A11.1 – Anexo 11), y también las obras de tratamiento y bombeo. En este escenario se asume que en la primera etapa sería poco probable que el agua del acueducto pudiera llegar a todas las localidades urbanas del Chaco como lo plantea el estudio de la Saltzgitte, pero representará un enorme impacto por la cercanía del recurso a todos los centros de consumo. Las obras de ingeniería de distribución podrían reducirse a ramales de alimentación a los grandes centros poblacionales e industriales tales como Loma Plata, Filadelfia y Neuland, y la estructura de los costos quedaría conforme a la tabla siguiente (ver análisis en las Tablas 11.2 (A) y 11.2 (B) del Anexo 11).

Cuadro N° 16-1

Modulo	Descripción	Costo U\$S	% del Total
1	Obras de Toma + Tratamiento	2.153.975	5%
2.	Est de Bombeo + Acueducto DN500mm	34.023.000	78%
3.	Distribución a Neuland +Filad.+Loma Plata	7.530.000	17%
	Total Inversión=	43.706.975	100%

Los módulos 1 y 2 constituyen las obras de mayor envergadura, y son aquellas que asegurarían la entrega de agua potable al Chaco. El costo de inversión de estas obras es aproximadamente U\$S 36.200.000, y si asumimos que en la industria podría absorber hasta un 33% del consumo de agua del acueducto, entonces se podría plantear un subsidio del estado en la inversión de hasta U\$S 24.000.000, y el restante de la inversión U\$S 12.200.000 debería ser traspasado a la industria. En estas condiciones, la inversión del estado sería bastante más reducida que la del modelo financiero inicial.

El módulo 3 podría quedar a cargo de empresas privadas o mixtas conforme a la propuesta del estudio de la Saltzgitter, con una inversión inicial mucho menor, que los 25 millones de dólares previstos, reducidos ahora a 7,5 millones en la primera etapa, para la construcción del ramal Loma Planta – Filadelfia – Neuland, de 58 Km de longitud.

Se puede asumir que en estas condiciones, se podría llegar a satisfacer la demanda de agua inclusive para la segunda etapa del proyecto, sin tener que alterar la obra del acueducto propiamente dicha, y con ampliaciones graduales del tratamiento, equipos de bombeo, reservorios, y líneas de distribución. Se considera en este análisis que una parte de la demanda todavía seguirá satisfaciéndose con agua de fuentes tradicionales, aún con la implementación del acueducto del Río Paraguay. Debería ampliarse este estudio de alternativa para el Acueducto, incluyendo todo el análisis económico y financiero de manera a dar sustento técnico a la misma.

II. Aspectos Medioambientales

El manejo del agua en el Chaco Central ha generado siempre todo tipo de cuestionamientos dado la enorme fragilidad del ecosistema, y muchas lecciones se han aprendido con errores ya cometidos, especialmente por colonos Mennonitas. El agua que se importa desde el Río Paraguay no es ajena a impactos medioambientales severos si es que se lo usa con negligencia. Sin embargo, hay que considerar que el usuario final de esta agua serían los domicilios de las áreas urbanas, el comercio, la industria y el sector público. El agua no tendría uso directo sobre la agricultura y la ganadería, y por lo tanto no se prevé un derrame masivo sobre el suelo chaqueño con consecuencias graves.

El agua residual de los domicilios, en localidades con población muy dispersa, sería probablemente infiltrada en el suelo a través de letrinas y pozos absorbentes, y en las comunidades más desarrolladas se tendrían sistemas de alcantarillado. Dichas volúmenes de agua, no serían mucho mayores a los que hoy se están infiltrando (probablemente un máximo de 30% de incremento), y estarían distribuidos en un área muy extensa debido a la enorme dispersión de viviendas en la zona, y los impactos estarían limitados exclusivamente a los perímetros urbanos. Los consumos industriales, comerciales y públicos, ya se encuentran hoy operando con plantas de tratamiento de efluentes, y el manejo del agua residual se espera que mejore aún más con la incorporación de las obras del acueducto.

Es importante que la implementación de estos sistemas sea acompañada de una gestión adecuada del agua, que considere todos los factores ambientales, de manera a evitar situaciones que desencadenen en daños permanentes al ecosistema.

c- El Acueducto Acuífero Yrendá – Chaco Central

El acuífero Yrendá fue considerado como una fuente alternativa de agua para sustituir el Acueducto del Río Paraguay, tomando en consideración que el agua del acuífero es de buena calidad, apta para consumo humano, y no requiere de un tratamiento previo, y por otro lado, existe un gradiente positivo entre la fuente y el

Chaco Central, permitiendo el trasvase por tuberías con escurrimiento por gravedad evitando costosos sistemas de bombeo.

El acuífero Yrendá es un enorme potencial de agua dulce, pero su explotación a gran escala no fue aún muy bien estudiada. Aún así, representa una fuente importante de aporte de agua a la región; y conforme al análisis preliminar realizado para este documento, el mismo no constituye necesariamente un sustituto del acueducto Río Paraguay debido a que los costos de inversión son similares, y debería considerarse como un proyecto complementario.

A mediano plazo, se podría utilizar el acuífero Yrendá para dotar de agua potable a la ciudad de Mcal Estigarribia, y su área de influencia, tomando en consideración que dicha ciudad se transformaría en un importante polo de desarrollo y consumo con la construcción de los corredores de Occidente. Para ello se podría construir el primer tramo del Acueducto propuesto en la Opción 1 de este documento (tramo La Patria-Mcal Estigarribia), con 100 Km de tubería de 400mm de gravedad para transportar hasta 150.000 lts/hora. El consumo actual de la ciudad es pequeño, aproximadamente 242 m³/día, con una demanda insatisfecha de 103 m³/día, pero al final de la primera etapa se prevé un máximo de 908 m³/día, el cual podría ser plenamente satisfecho con este primer tramo del acueducto.

A largo plazo se podría completar un segundo tramo de 100 km desde Nva Asunción hasta La Patria, si fuese necesario una mayor dotación de agua. La inversión necesaria (ver Tabla 11.3 – Anexo 11) para la construcción del acueducto de la primera etapa estaría por los U\$S 14,2 millones, que podría ser en parte financiado por el incremento del comercio y la industria en el área.

Si la obra del acueducto del Río Paraguay se llega a concretar a mediano plazo, es probable que a largo plazo la misma pueda complementar todos los otros sistemas tanto los de Mcal Estigarribia, como los de Lolita y su área de influencia, mediante el desarrollo de todo el sistema de tuberías aductoras que irían cubriendo gradualmente toda las localidades previstas en el estudio de la Saltzgitte, de esa forma se estaría cerrando todo un sistema integrado de abastecimiento de agua en el cual participarían en forma complementaria las distintas fuentes provenientes de los sistemas tradicionales y no tradicionales.

Estos sistemas alternativos y mejorados de abastecimiento de agua dejarían una enorme capacidad ociosa de agua que podría ser revertido para la agricultura y la ganadería de la región, y además se tendría como valor agregado los volúmenes de agua residual generados por los proyectos de Acueductos.

Una estimación preliminar de volúmenes se presenta el cuadro siguiente.

Cuadro N° 16.2

Descripción	Vol diario m3	Vol anual m3	Cap. Ociosa %	Cap Ociosa m3
Residencial y otros	4.457	1.626.805	70	1.138.764
Ganadería	68.575	25.029.875	0	
Residual Acueductos	8.300	3.029.500	50	1.514.750
			Total =	2.653.514

Conforme se indica en el cuadro 16.2, si asumimos que el 70% del agua que actualmente se consume en el Chaco Central se reemplaza por agua de los acueductos, y además el 50% del agua residual de los sistemas de acueductos se puede reutilizar, tendríamos un volumen adicional de aproximadamente 2.600.000 m³ por año (equivalente a 7.100 m³/día que podría revertirse en agricultura y ganadería), recordemos que el potencial de almacenamiento de agua en la región es de 42 millones de m³/año, que resulta ampliamente superior al consumo total de agua de la región, pero dicha capacidad no refleja los volúmenes de agua disponibles en la realidad, debido a que gran parte del año no se encuentra utilizado por falta de lluvias.

17 Estrategias para la implementación de las soluciones a corto, mediano y largo plazo.

No será posible implementar todas las medidas presentadas en este estudio en forma simultánea, algunas medidas tomarán más tiempo y otras menos, pero debe establecerse un plan de desarrollo de las estrategias, que marquen el rumbo a seguir, de manera a que las metas establecidas se cumplan en los menores plazos posibles.

A corto plazo es poco probable que puedan implementarse grandes obras, ya que las mismas requerirán de mayores estudios en algunos casos, y de una gestión para el financiamiento en otros. Por lo tanto, se establece como propuesta de este estudio las siguientes estrategias:

17.1 Estrategias de Corto Plazo

Estas estrategias deberán apuntar a dar solución a los problemas de abastecimiento de agua en los primeros 5 años, principalmente para paliar los graves problemas causados por las sequías prolongadas en la región, y las mismas deberán abarcar toda la región del Chaco Central.

Las estrategias comprenden: i) la Optimización de los sistemas Tradicionales de abastecimiento de agua, y ii) la incorporación de sistemas no tradicionales.

Las medidas de cada estrategia son las siguientes:

i) Optimización de los sistemas tradicionales

Tal como se explicó en el ítem 16.1 de este informe se deberán implementar las siguientes medidas:

Mejorar la construcción de Tajamares para lograr un aumento en calidad y cantidad de agua.

Esta medida deberá involucrar las siguientes acciones.

- . Estudio de nuevos sitios alternativos para construcción de lagunas para emergencias, asociadas a grandes áreas de captación y a nuevas oportunidades generadas por los proyectos viales de la zona.
- . Desarrollo de tecnologías que permitan disminuir la infiltración y evaporación del agua en los tajamares existentes y en los nuevos a construir.
- . Desarrollo de tecnologías que permitan disminuir la contaminación de tajamares y la formación de algas.
- . Desarrollo de tecnologías que permitan mejorar la calidad del agua cruda de los tajamares para su uso como agua de consumo humano, estudiando procesos de clarificación, filtración y desinfección mediante tecnologías apropiadas de bajo costo.

Mejorar la captación de de agua en Aljibes

Incluye las siguientes acciones:

- . Estudio de nuevos sitios alternativos para la construcción de playas de captación y de grandes depósitos de almacenamiento (aljibes)
- . Estudio de nuevas tecnologías que permitan mejorar la calidad de agua de los aljibes.

Incorporar más sistemas de recarga artificial y aumentar la explotación de pozos de agua dulce.

Incluye las siguientes acciones.

- . Estudio de nuevos sitios de recarga de acuíferos y de explotación de agua subterránea mediante pozos someros.
- . Definición de las obras de infraestructura necesarias.
- . Desarrollo de modelos apropiados de explotación de los acuíferos.
- . Preparación de un plan de gestión de los sistemas de abastecimiento de agua en la región.

El plan de gestión es necesario para permitir una explotación sustentable de los sistemas y una mejor administración de los recursos.

Dado el nuevo marco legal e institucional creado en Paraguay para la regulación de los servicios de agua y alcantarillado, es necesario crear modelos de gestión adecuados en el cual se deberán involucrar a todas las instituciones públicas y privadas intervinientes en los procesos de manera a garantizar la sustentabilidad de los mismos y la adecuación al plan. En esta etapa del proceso (a corto plazo) el recurso todavía es escaso y debe asegurarse una cierta racionalidad en los usos.

ii) Incorporación de sistemas no tradicionales

No será posible satisfacer toda la demanda de agua de la región con la utilización de los sistemas tradicionales, es necesario a corto plazo introducir nuevas tecnologías que permitan aumentar la oferta de agua en cantidad y calidad. La estrategia incluye las siguientes medidas:

Desarrollo de nuevas tecnologías para captación y almacenamiento de aguas de lluvia de manera a crear sistemas que aseguren la permanencia del recurso por un plazo mayor. Estas tecnologías podrán incluir pero no limitar a:

- Definir sitios adecuados para ubicación de grandes centros de reserva asociados a grandes playas de captación.
- Incorporación de canales impermeables al costado de las rutas pavimentadas.
- Definir tecnologías adecuadas para asegurar la menor pérdida posible del agua colectada, tanto por infiltración como por evaporación.
- Definir tecnologías adecuadas para mejorar la calidad del agua.

Explotación de pozos de agua salada; en áreas con déficit acentuado de precipitación se podrán establecer proyectos pilotos con plantas desalinizadoras y con sistemas de reinyección del residual a grandes profundidades (400 a 500 m) de manera evaluar los riesgos ambientales, los costos y la sustentabilidad de los sistemas.

17.2 Estrategias a mediano plazo

Las estrategias a mediano plazo incluyen medidas que garanticen la mayor demanda de agua en la región basado en las proyecciones establecidas en este estudio, y las mismas deberán ser implementadas en los próximos 10 años. Las mismas comprenden: i) importación de agua de fuentes lejanas y ii) Explotación de acuíferos profundos.

Las medidas de cada estrategia son las siguientes:

i) Importación de agua de fuentes lejanas

Que incluye las siguientes medidas:

Construcción del Acueducto Rio Paraguay-Chaco Central

A pesar de que la obra está definida dentro de una estrategia a mediano plazo, la gestión para la construcción del acueducto Rio Paraguay deberá empezar en forma inmediata, ya que es una obra que demandaría de un plazo de por lo menos 3 años para su terminación, y otros 2 años más para que el agua llegue a las principales ciudades del Chaco Central. Las acciones principales se resumen como sigue:

- Basado en el Estudio realizado por la Consultora Saltzgitter, desarrollar un estudio de factibilidad técnico y económico que justifique una alternativa de menor costo de inversión por parte del Estado Paraguayo, tal como la planteada en este estudio.
- Incorporar en esta etapa los acueductos y obras de infraestructura para abastecer las localidades de Loma Plata, Filadelfia y Neuland.
- Incorporar obras de alcantarillado, y tratamiento de efluentes.
- Desarrollar un plan de manejo y reuso de aguas residuales.

Construcción del Acueducto Yrendá-Mcal Estigarribia

Es posible desarrollar a mediano plazo la construcción de la primera etapa del Acueducto Yrendá, de manera a dotar a Mcal Estigarribia y su área de influencia de un abastecimiento de agua más seguro. Dicha primera etapa incluye 100 Km de tuberías, desde Estancia La Patria, hasta Mcal Estigarribia, para un aprovechamiento de 150.000 l/hora de caudal. Esto permitiría satisfacer la demanda actual y futura, y reduciría la sobreexplotación de agua de la laguna existente de Mcal Estigarribia, actualmente con alto riesgo de salinización. Las acciones principales incluyen:

- . Incorporar redes de Abastecimiento de Agua a Mcal Estigarribia y su área de influencia;
- . Construcción de redes de alcantarillado y plantas de tratamiento de efluentes;
- . Desarrollar un plan de manejo y reuso de los efluentes.

ii) Explotación de pozos de agua salada.

Mediante las experiencias desarrolladas en las estrategias de corto plazo (proyectos pilotos de plantas desalinizadoras), se podrán implementar proyectos a mayor escala para aprovechar el enorme potencial de agua subterránea del Chaco Central.

Las medidas a ser implementadas serían la explotación de pozos de agua salada, y las acciones estarían orientadas a satisfacer la demanda de agua en las áreas de Lolita, Paratodo y su área de influencia, incluyendo las medidas de mitigación de impactos ambientales del agua residual del tratamiento de desalinización.

17.3 Estrategias a largo plazo

A largo plazo se deberán ampliar e integrar todos los sistemas de abastecimiento de agua, de manera a garantizar una gestión sustentable de los recursos. Esta estrategia tiene un horizonte de 20 años.

Las medidas establecidas incluyen: i) Ampliación de las redes del Acueducto Rio Paraguay-Chaco Central, ii) Construcción de la 2ª Etapa del Acueducto Yrendá, desde Nva Asunción, hasta La Patria, y iii) Integración con los sistemas tradicionales de abastecimiento de agua, de manera a aprovechar al máximo la capacidad ociosa del agua para fines agrícolas y ganaderos.

i) Ampliación de las redes del Acueducto Rio Paraguay-Chaco Central

El acueducto es una obra trascendental, que apunta a satisfacer de agua potable a toda la región del Chaco Central, y a largo plazo deberá desarrollarse en todo su potencial, extendiéndose mediante la construcción de los ramales a Lolita, Mcal. Estigarribia y Campo Loro, integrándose con los sistemas existentes.

ii) Construcción de la 2ª Etapa del Acueducto Yrendá

Dado el enorme potencial de agua en la zona noroeste del Chaco, se podrá desarrollar el tramo de Nva Asunción hasta la Estancia La Patria, esto daría un enorme apoyo a los sistemas existentes en la región permitiendo su integración con los sistemas de Acueducto Rio Paraguay, y los sistemas tradicionales.

iii) Integración de los nuevos sistemas

La integración de los nuevos sistemas con los sistemas tradicionales es de fundamental importancia para dar un valor agregado al agua que se importa de otras fuentes, de manera a evitar daños ambientales en la región. El manejo adecuado de las aguas residuales, permitirá recargar los tajamares y los antiguos paleocauces, y de esa manera redireccionar los usos del agua hacia el sector agrícola y ganadero, de enorme importancia en el desarrollo de la región. A largo plazo se podrían recanalizar los antiguos cauces de agua hacia el Rio Paraguay, aprovechando el gradiente positivo que existe en esa dirección, de manera a devolver el sobrante de agua de la región hacia este Rio.

En los cuadros N° 17.1 y 17.2 se presentan un resumen de las estrategias a corto, mediano y largo plazo, y en el cuadro 17.3 se detallan los estudios necesarios para implementar las estrategias, los cuales deberán ser realizados en el menor plazo posible.

CUADRO N° 17.1

TIEMPO	ESTRATEGIAS	MEDIDAS	ACCIONES
ONAF CORFO AJENO	1- Optimización de Sistemas Tradicionales	1.1 Mejorar la construcción de tajamares – Cantidad y Calidad de Agua.	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar los volúmenes. - Estab. Sitios estratégicos. - Reducir infiltración - Reducir evaporación - Tratamiento del agua
		1.2 Mejorar la captación de agua en aljibes	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar la superficie de captación. - Aumentar los volúmenes de almacenamiento. - Tratamiento del agua
		1.3 Incorporar más sistemas de recarga artificial del acuíferos.	<ul style="list-style-type: none"> -Fortalecimiento Institucional de DRH. -Aumentar Estudios Hidrog.
		1.4 Aumentar la explotación de pozos de agua dulce.	<ul style="list-style-type: none"> -Establecer un Plan de gestión y manejo.
	2- Incorporación de Sistemas no tradicionales	2.1 Incorporar nuevas tecnologías de captación y almacenamiento de aguas de lluvia.	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de playas de captación + Reservorios impermeables. - Incorporar e incrementar canales impermeables al costado de rutas para captar pequeñas escorr. - Mejorar la calidad del agua.
		2.2 Explotación de pozos de agua salada a escala piloto	<ul style="list-style-type: none"> - Proyectos Pilotos con la incorporación de plantas desalinizadoras con sistemas de reinyección a acuíferos profundos.

CUADRO N° 17.2

TIEMPO	ESTRATEGIAS	MEDIDAS	ACCIONES
ONAFU OZU-DMS A	3- Importación de agua de fuentes lejanas	3.1 Construcción del Acueducto Rio Paraguay – Chaco Central	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporar 58 km de redes para abastecer Loma Plata, Filadelfia y Neuland. - Construcción de Plantas Trat. Efluentes y Plan de Manejo y reuso de efluentes
		3.2 Construcción del Acueducto Yrendá – 1ª etapa – 100 Km desde La Patria a Mcal Estigarribia.	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporar redes para abastecimiento de Agua a Mcal Estigarribia y su área de influencia. - Construcción de Plantas Trat. Efluentes y plan de manejo y reuso de efl.
	4- Explotación de Acuíferos Profundos	4.1 Explotación de pozos de agua salada	<ul style="list-style-type: none"> - Desalinización de agua en mayor escala con reinyección del residual a acuíferos profundos – Cobertura a las áreas de Lolita, Paratodo y su área de influencia.
ONAFU OZU-DMS A	5- Ampliación e Integración de Sistemas de Agua.	5.1 Ampliación de las redes del Acueducto Rio Paraguay.	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de 200 Km de redes para dist. De agua en todas las localidades urbanas del Chaco Central. Ramal Lolita, Ramal Mcal Estigarribia y Ramal Campo Loro.
		5.2 Construcción de la 2ª Etapa del Acueducto Yrendá – Desde Nva. Asunción hasta La Patria.	<ul style="list-style-type: none"> - Ampliación de redes , e integración con el Sistema Acueducto Rio Paraguay
		5.3 Integración de los nuevos sistemas con los sistemas tradicionales. Redireccionar la cap. Ociosa de agua hacia el sector agrícola y ganadero	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de los suelos, plan de manejo ambiental del agua. - Retorno de los sobrantes hacia antiguos paleocausas.

18 Estudios necesarios para la implementación de las estrategias

Será necesario realizar estudios más detallados en distintas áreas para la implementación de las estrategias propuestas. Dichos estudios podrán asegurar un conocimiento más profundo de las alternativas, incluyendo el análisis económico y financiero de las mismas, de manera que los decisores tengan todas las herramientas necesarias para la solicitud de los créditos requeridos para su implementación.

Los estudios identificados en este trabajo se han compilado en las siguientes fichas. Un resumen de los mismos se presenta en el Cuadro N° 18.1

Estudio N° 1

Nombre del Estudio: “Optimización de los sistemas tradicionales de Abastecimiento de Agua para el Chaco”

Descripción/Justificación:

Los sistemas tradicionales de abastecimiento de agua en el Chaco se basan en la colección y almacenamiento de aguas de lluvia a través de recintos abiertos (lagunas o tajamares), o recintos cerrados (reservorios y aljibes) y en la explotación de pozos someros de agua dulce, asociados principalmente a la formación de lentes de agua dulce con recarga de aguas de lluvia.

Dichos sistemas, aunque satisfacen en gran medida la demanda de agua del Chaco, son altamente vulnerables a la contaminación, y además no soportan periodos muy prolongados de sequía debido a las pérdidas que ocurren principalmente por infiltración o evaporación.

Será necesario realizar mayores estudios para proponer soluciones alternativas que permitan optimizar el uso de dichos sistemas de manera a obtener mayores beneficios en cuanto a calidad y cantidad de agua basados en la explotación de dichos recursos

Objetivo: El objetivo del Estudio es proponer soluciones apropiadas para mejorar y optimizar la calidad de sistemas tradicionales de abastecimiento de agua para la Región del Chaco Paraguayo, identificando las áreas de aplicación y sus costos.

Resultados Esperados: Se espera como producto final del estudio que se tenga identificado las soluciones técnicas que permitan optimizar los sistemas de abastecimiento de agua, sus posibles áreas de aplicación, las estrategias de implementación basados en un plan de sustentabilidad de los sistemas y un plan de inversión a corto y mediano plazo que posibilite la implementación de los mismos.

Actividades:

Las principales actividades incluyen:

- a- Identificación de las características técnicas y funcionales de los sistemas tradicionales de abastecimiento de agua.
- b- Determinación de la capacidad de explotación de los recursos de agua a través de dichos sistemas en años secos y en años húmedos, y evaluación de sus costos.

- c- Cuantificación de los déficits de agua para los distintos sectores asociados al uso de dichos sistemas.
- d- Propuestas de optimización de los sistemas, incluyendo la cuantificación en la reducción de los déficits para cada solución.
- e- Preparación de proyectos en escala piloto para validar las propuestas.
- f- Preparación de un plan de implementación sustentable a corto y mediano plazo
- g- Preparación de un plan de inversiones para la aplicación de las propuestas, incluyendo la identificación de fuentes de financiación.

Plazo: 5 meses distribuidos de la siguiente manera – 1 mes para recolección de datos y diagnóstico, 2 meses para la investigación y análisis de la soluciones técnicas alternativas, 1 mes para el estudio de factibilidad técnico y económico de las soluciones propuestas y 1 mes para la preparación y presentación del informe final.

Monto Estimado: U\$S 92.000 (dólares americanos noventa y dos mil).

N°	Descripción del Gasto	Costo Unitario U\$S	Tiempo mes	Total U\$S
1	Profesional especializado			
1.1	Especialista en área Hidráulica y sanitaria	3.000	5	15.000
1.2	Especialista en hidrogeología	3.000	5	15.000
1.3	Especialista en análisis económico y financiero	3.000	3	9.000
2	Ensayos de campo + Perforaciones someras en área de paleocauces con experiencias piloto.	GI	1	45.000
3.	Gastos de Viajes + traslado de equipos	GI	1	5.000
4.	Gastos de oficina y administrativos	GI	1	3.000
			Total	92.000

Estudio N° 2

Nombre del Estudio: “Desarrollo de nuevas tecnologías para captación y almacenamiento de aguas de lluvia para el Chaco Paraguayo”

Descripción/Justificación: Los sistemas tradicionales de abastecimiento de agua en el Chaco se basan en la colección y almacenamiento de aguas de lluvia a través de recintos abiertos (lagunas o tajamares), o recintos cerrados (reservorios y aljibes) y en la explotación de pozos someros de agua dulce, asociados principalmente a la formación de lentes de agua dulce con recarga de aguas de lluvia. Dichos sistemas,

aunque han sido utilizados y mejorados por largos años, presentan alta vulnerabilidad a la contaminación y son recursos insuficientes en volumen en los periodos prolongados de sequía.

El Chaco Paraguayo se presenta como un territorio de aridez permanente con un pronóstico agravado en los próximos años, y será necesario desarrollar nuevas tecnologías para la captación, almacenamiento y distribución de agua de manera a optimizar los recursos disponibles, aumentar la captación de agua y reducir sustancialmente las pérdidas que ocurren en el almacenamiento del agua..

Objetivo: El objetivo del estudio es proponer nuevas soluciones alternativas y sustentables para la captación y el almacenamiento de aguas de lluvia en el Chaco Paraguayo, identificando las áreas de aplicación y sus costos.

Resultados Esperados: Se espera como producto final del estudio que se tenga identificado las soluciones técnicas nuevas y apropiadas para el abastecimiento de agua basados en la captación y almacenamiento de aguas de lluvia, sus posibles áreas de aplicación, las estrategias de implementación basados en un plan de sustentabilidad económico y ambiental de los sistemas y un plan de inversiones a corto y mediano plazo que posibilite la implementación de los mismos.

Actividades:

Las principales actividades incluyen:

- a- Identificación de nuevas tecnologías para captación y almacenamiento de aguas de lluvia aplicables al Chaco Paraguayo.
- b- Determinación de las áreas de aplicación de los nuevos sistemas,
- c- Desarrollo de proyectos en escala piloto para su implementación inmediata.
- d- Determinación de la capacidad de explotación de los recursos de agua a través de dichos sistemas en años secos y en años húmedos, y evaluación de sus costos.
- e- Cuantificación de los déficit de agua para los distintos sectores asociados al uso de dichos sistemas.
- f- Propuestas de aplicación de los nuevos sistemas, incluyendo la cuantificación en la reducción de los déficits para cada solución.
- g- Preparación de un plan de implementación sustentable a corto y mediano plazo
- h- Preparación de un plan de inversiones para la aplicación de las propuestas, incluyendo la identificación de fuentes de financiación.

Plazo: 6 meses distribuidos de la siguiente manera – 1 mes para recolección de datos y diagnóstico, 3 meses para la investigación y análisis de la soluciones técnicas alternativas, 1 mes para el estudio de factibilidad técnico y económico de las soluciones propuestas y 1 mes para la preparación y presentación del informe final.

Monto Estimado: U\$S 71.000 (dólares americanos setenta y un mil).

N°	Descripción del Gasto	Costo Unitario U\$S	Tiempo mes	Total U\$S
1	Profesional especializado			
1.1	Especialista en área Hidráulica y sanitaria	3.000	6	18.000
1.2	Especialista en hidrogeología	3.000	2	6.000
1.3	Especialista en análisis económico y financiero	3.000	3	9.000
2	Ensayos de campo + Experiencias piloto	GI	1	30.000
3.	Gastos de Viajes + traslado de equipos	GI	1	5.000
4.	Gastos de oficina y administrativos	GI	1	3.000
			Total	71.000

Estudio N° 3

Nombre del Estudio: “Alternativas para la explotación de pozos de agua salada en la región del Chaco Paraguayo”

Descripción/Justificación: La desalinización del agua salada subterránea puede llegar a constituir una alternativa válida a corto plazo para regiones muy áridas, con baja tasa de precipitación, y donde los sistemas tradicionales de colección de agua de lluvia resultan altamente deficientes, como es la zona de Chaco Central oeste.

Conforme a estudios realizados, es posible una explotación de 35.000 l/hora por pozo de 80 m de profundidad y de forma ilimitada. El principal problema constituye la disposición del agua salada residual del proceso, la cual puede crear problemas ambientales severos.

Una de las alternativas planteadas en estudios de consultorías anteriores es la industrialización y el reuso de la sal para fines comerciales. Sin embargo, al no existir un mercado asegurado de la sal, no debería plantearse soluciones en las cuales el residual se tenga que disponer y acumular sobre la superficie del Chaco, ello puede llegar a producir salinización progresiva de los suelos vecinos de manera irreversible, aún cuando la sal se disponga en recintos estancos. Ello es debido principalmente al transporte de sales a través de los vientos predominantes en la región.

Sin embargo, es posible experimentar la tecnología de reinyección del agua salada residual a acuíferos profundos, donde los impactos ambientales podrían ser irrelevantes, pero la misma requerirá de tecnologías más sofisticadas que las utilizadas hasta la fecha en plantas pilotos de desalinización. La reinyección debería preverse a acuíferos confinados en los sedimentos del terciario y a profundidades del orden de 400 a 500 metros, y no en los sedimentos del cuaternario, que en la mayoría de los

casos son de muy baja permeabilidad, dificultando enormemente la reinyección del agua salada

Objetivo: El objetivo del estudio es estudiar alternativas para la desalinización de agua subterránea del Chaco Paraguayo de manera a formular propuestas técnicas, económicas y ambientalmente sustentables.

Resultados Esperados: Se espera como producto final del estudio que se tenga identificado la tecnología a ser utilizada en la desalinización de agua subterránea del Chaco, la metodología para la disposición final de los residuos de manera a que la misma sea ambientalmente aceptable, las posibles áreas de aplicación, las estrategias de implementación basados en un plan de sustentabilidad económico y ambiental de los sistemas y un plan de inversión a corto y mediano plazo que posibilite la implementación de los mismos.

Actividades:

Las principales actividades incluyen:

- a- Identificación de las tecnologías para captación y desalinización de aguas subterráneas en del Chaco Paraguayo.
- b- Identificación de las tecnologías para disposición de los residuos salinos de manera ambientalmente aceptable y económicamente sustentable.
- c- Determinación de las áreas de aplicación de los nuevos sistemas,
- d- Desarrollo de proyectos en escala piloto para su implementación inmediata.
- e- Determinación de la capacidad de explotación de los recursos de agua a través de dichos sistemas y evaluación de sus costos.
- f- Cuantificación de los déficits de agua para los distintos sectores asociados al uso de dichos sistemas.
- g- Propuestas de aplicación de los nuevos sistemas, incluyendo la cuantificación en la reducción de los déficits para cada solución.
- h- Preparación de un plan de implementación sustentable a corto y mediano plazo
- i- Preparación de un plan de inversiones para la aplicación de las propuestas, incluyendo la identificación de fuentes de financiación.

Plazo: 5 meses distribuidos de la siguiente manera – 1 mes para recolección de datos y diagnóstico, 3 meses para la investigación y análisis de la soluciones técnicas alternativas, 1 mes para el estudio de factibilidad técnico y económico de las soluciones propuestas y para la preparación y presentación del informe final.

Monto Estimado: U\$S 87.000 (dólares americanos ochenta y siete mil).

N°	Descripción del Gasto	Costo Unitario U\$S	Tiempo mes	Total U\$S
1	Profesional especializado			
1.1	Especialista en área Hidráulica y desalinización	3.000	5	15.000
1.2	Especialista en hidrogeología	3.000	2	6.000
1.3	Especialista en análisis económico y financiero	3.000	2	6.000
2	Ensayos de campo + plantas piloto	GI	1	50.000
3.	Gastos de Viajes + traslado de equipos	GI	1	7.000
4.	Gastos de oficina y administrativos	GI	1	3.000
			Total	87.000

Estudio N° 4

Nombre del Estudio: “Plan de Gestión de los Recursos de Agua en el Chaco Paraguayo”

Descripción/Justificación: Debido a la particularidad del Ecosistema del Chaco Paraguayo, con condiciones de escasez aguda de agua y alto riesgo de salinización de los suelos, es necesario adecuar e implementar modelos de gestión del recurso y de los servicios de abastecimiento y disposición final de las aguas de manera a garantizar una explotación sustentable y ambientalmente aceptable. Por esa razón, será necesario proponer modelos estratégicos de aplicación basados en la realidad actual de la región, en el marco legal e institucional y en las propuestas de futuros escenarios que necesariamente se generarían con la incorporación de nuevos proyectos y nuevas tecnologías aplicadas a la región.

Objetivo: el objetivo del estudio es proponer un plan de gestión de los recursos de agua en el Chaco Paraguayo de manera a garantizar una explotación sustentable técnica, económica y ambientalmente, adecuados al nuevo marco legal e institucional que cuenta la República del Paraguay.

Resultados Esperados: se espera como resultado del estudio un plan de gestión de los recursos de agua en el Chaco Paraguayo, con alcance regional y donde se encuentren claramente definidas las instituciones y sus roles, la participación de los distintos sectores involucrados, las normas y los ajustes jurídicos necesarios para su implementación, los mecanismos de aplicación, los recursos técnicos y financieros que garanticen la sustentabilidad del plan.

Actividades:

Las principales actividades incluyen:

- a- Identificación de los sistemas tradicionales de gestión del agua en el Chaco Paraguayo.
- b- Diagnóstico del marco legal e institucional actual sobre gestión del agua en el Paraguay.
- c- Elaboración de un plan de gestión de los recursos de agua en el Chaco Paraguayo.
- d- Elaboración de propuestas de modelos de gestión para la explotación del agua incluyendo la estructura institucional.
- e- Elaboración de propuestas de modelos de gestión para los servicios de abastecimiento de agua y recolección y tratamiento de las aguas residuales, incluyendo estructura institucional y modelos de tarifas.
- f- Evaluación técnica, jurídica y económica para la aplicación de los modelos propuestos.
- g- Estrategias para la implementación de dichos modelos a corto y mediano plazo.
- h- Preparación de un plan de inversiones para la aplicación de las propuestas, incluyendo la identificación de fuentes de financiación.

Plazo: 5 meses distribuidos de la siguiente manera – 1 mes para recolección de datos y diagnóstico, 3 meses para la preparación del plan de gestión, 1 mes la preparación y presentación del informe final.

Monto Estimado: U\$S 45.000 (dólares americanos cuarenta y cinco mil).

N°	Descripción del Gasto	Costo Unitario U\$S	Tiempo mes	Total U\$S
1	Profesional especializado			
1.1	Especialista en planificación de servicios de agua	3.000	5	15.000
1.2	Especialista en el área legal e institucional	3.000	5	15.000
1.3	Especialista económico y en tarifas	3.000	3	9.000
4.	Gastos de oficina y administrativos	GI	1	6.000
			Total	45.000

Estudio N° 5

Nombre del Estudio: Alternativas para la explotación intensiva de agua del acuífero Yrendá.

Descripción/Justificación: El acuífero Yrendá ubicado en la región Nor-oeste del Chaco Paraguayo es una enorme reserva de agua dulce con un importante volumen de recarga proveniente de ríos y lagunas de Bolivia. Los estimativos del Ing E. Godoy en sus publicaciones son que existe agua de buena calidad de alrededor de 145 billones de metros cúbicos en el acuífero *Yrenda*, y se estima una recarga anual de este acuífero de 67,000 m³/día, proveniente de infiltración de las precipitaciones y de los ríos en territorio Boliviano.

Sin embargo, no se ha estudiado con profundidad la alternativa de una explotación a gran escala para transportar el agua mediante acueductos al Chaco Central y utilizarlo para cubrir parte de la demanda de agua dulce de la región. El estudio de viabilidad técnica, económica y ambiental de esta alternativa es una condición previa para desarrollar proyectos de abastecimiento mediante la explotación intensiva de este recurso.

Objetivo: el objetivo del estudio es desarrollar propuestas alternativas para la explotación intensiva del Acuífero Yrenda de manera a exportar agua dulce al Chaco Central, para cubrir en parte la demanda de dicho recurso.

Resultados Esperados: Se espera como producto final del estudio que se tenga identificado las soluciones técnicas nuevas y apropiadas para el abastecimiento de agua basados en la explotación intensiva del acuífero Yrendá, sus posibles áreas de aplicación, las estrategias de implementación basados en un plan de sustentabilidad económico y ambiental de los sistemas y un plan de inversiones a corto y mediano plazo que posibilite la implementación de los mismos.

Actividades:

Las principales actividades incluyen:

- a- Identificación del tamaño, profundidad y las características hidrogeológicas del Acuífero Yrendá.
- b- Determinación de la capacidad de explotación del recurso a través de la perforación de pozos, y evaluación de sus costos.
- c- Determinación de las áreas de explotación, sus impactos ambientales y medidas de mitigación.
- d- Propuestas para la explotación intensiva del recurso, basados en la sustentabilidad técnica, económica y ambiental de las mismas.
- e- Propuestas para la exportación de agua del Acuífero al Chaco Central, y su distribución.
- f- Preparación de un plan de implementación sustentable a corto y mediano plazo incluyendo un estudio de tarifas.
- g- Preparación de un plan de inversiones para la aplicación de las propuestas, incluyendo la identificación de fuentes de financiación.

Plazo: 6 meses distribuidos de la siguiente manera – 2 mes para recolección de datos y perforación de 5 pozos de 250 m de profundidad en la zona del Acuífero Yrendá, 3 meses para la preparación del proyecto de explotación del acuífero y el estudio de factibilidad técnico y económico para su transporte y distribución en el Chaco Central, 1 mes la preparación y presentación del informe final.

Monto Estimado: U\$S 209.000 (dólares americanos doscientos nueve mil).

N°	Descripción del Gasto	Costo Unitario U\$S	Tiempo mes	Total U\$S
1	Profesional especializado			
1.1	Especialista en área Hidráulica y sanitaria	3.000	6	18.000
1.2	Especialista en hidrogeología	3.000	4	12.000
1.3	Especialista en análisis económico y financiero	3.000	3	9.000
2	Ensayos de campo + Perforaciones de 5 pozos	GI	1	150.000
3.	Gastos de Viajes + traslado de equipos	GI	1	15.000
4.	Gastos de oficina y administrativos	GI	1	5.000
			Total	209.000

Estudio N° 6

Nombre del Estudio: Optimización del proyecto Acueducto Río Paraguay-Chaco Central

Descripción/Justificación: El proyecto acueducto Río Paraguay se constituye en la alternativa mejor estudiada de abastecimiento de Agua Potable a los asentamientos poblacionales, a la industria agropecuaria y a los centros agro-industriales en el Chaco Central, incluyendo a Puerto Casado y núcleos poblacionales vecinos, permitiendo atender así el incremento de la demanda de agua y acompañar al desarrollo económico y social del Chaco bajo un escenario de máximo desarrollo económico de la región.

Sin embargo el proyecto tiene dos grandes ejes de discusión. El primero es el tema económico, ya que involucra una enorme inversión de capital público para una población relativamente pequeña, y con un componente industrial elevado (33% de la estructura de consumo es para uso industrial en la primera etapa), y el segundo es el medioambiental, ya que representa un aporte importante de agua que no pertenece al ecosistema actual.

Será necesario realizar mayores estudios para optimizar la inversión pública del proyecto sin perder de vista los principales objetivos del mismo, basados en escenarios más realistas de la situación del Chaco y su futuro crecimiento, y en el mejor aprovechamiento de otras fuentes de abastecimiento de agua.

Objetivo: El objetivo del estudio es optimizar el proyecto acueducto Río Paraguay-Chaco Central y establecer una nueva factibilidad técnica y económica basado en una menor inversión pública.

Resultados Esperados: se espera como resultado un nuevo estudio de factibilidad técnica y económica que permita la ejecución de obra en el menor plazo posible con la menor inversión pública.

Actividades:

Las principales actividades incluyen:

- h- Adecuación del estudio de Factibilidad técnico y económico preparado por la Consultora Saltzgitte.
- i- Determinación de los nuevos escenarios de consumo de agua en el Chaco Central.
- j- Preparación de un nuevo estudio de Factibilidad técnico y económica basado en los nuevos escenarios planteados.
- k- Preparación de un plan de implementación sustentable a corto y mediano plazo incluyendo un estudio de tarifas.
- l- Preparación de un plan de inversiones para la aplicación de las propuestas, incluyendo la identificación de fuentes de financiación.

Plazo: 5 meses 1 mes para recolección de datos y diagnóstico, 2 meses para la investigación y análisis de la soluciones técnicas y económicas alternativas, 1 mes para el estudio de factibilidad técnico y económico de las soluciones propuestas y 1 mes para la preparación y presentación del informe final.

Monto Estimado: U\$S 38.000 (dólares americanos treinta y ocho mil).

N°	Descripción del Gasto	Costo Unitario U\$S	Tiempo mes	Total U\$S
1	Profesional especializado			
1.1	Especialista en área Hidráulica y sanitaria	3.000	5	15.000
1.3	Especialista en análisis económico y financiero	3.000	5	15.000
3.	Gastos de Viajes + traslado de equipos	GI	1	5.000
4.	Gastos de oficina y administrativos	GI	1	3.000
			Total	38.000

Cuadro N° 18.1 - Estudios necesarios para la implementación de las Estrategias.

N°	Título	Objetivos		Producto Final
		General	Específico	
1.	Optimización de sistemas tradicionales de abastecimiento de agua para el Chaco Central.	Elaborar el Estudio de Optimización de los Sistemas Tradicionales de Abastecimiento de Agua para el Chaco Central.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudios de Optimización del uso de Tajamares. - Estudios de optimización de uso de acuíferos. - Estudios de optimización de uso de aljibes 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinación de sitios posibles para su aplicación. - Estrategias de implementación. - Tecnologías apropiadas para su mejor aprovechamiento. - Plan de sustentabilidad - Plan de Capacitación
2.	Desarrollo de nuevas tecnologías para captación y almacenamiento de aguas de lluvia.	Elaborar un estudio de alternativas mediante nuevas tecnologías para captación y almacenamiento de aguas de lluvia	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de sitios de captación y reserva. - Tecnologías de tajamares. - Tecnología de reservorios cerrados o aljibes 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinación de los sitios aptos para la implementación de las nuevas tecnología. - Análisis técnico y económico de las alternativas. - Plan de implementación.
3.	Alternativas para la explotación de pozos de agua salada.	Elaborar un estudio de alternativas de explotación y desalinización de agua	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de sitios adecuados para captación. - Análisis de las tecnologías apropiadas para desalinización de aguas. - Plan piloto de implementación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinación de los sitios aptos para la explotación de pozos de agua salada. - Análisis técnico y económico de las alternativas. - Plan piloto de implementación. - Evaluación de los riesgos ambientales y medidas de mitigación.
4.	Plan de Gestión de los Recursos de Agua en el Chaco Central	Elaborar un plan de gestión de los recursos de agua en el Chaco Central	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis del marco legal e institucional del agua en Paraguay - Preparación del Plan de Gestión. - Estrategias de aplicación del plan. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del modelo de gestión. - Desarrollo de la estructura institucional. - Presentación de un modelo de tarifas. - Estrategias para la implementación del plan.
5.	Alternativas para la explotación a gran escala de pozos del Acuífero Yrendá	Elaborar un estudio para la explotación de pozos del Acuífero Yrendá	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación hidrogeológica del Acuífero. - Análisis de las tecnologías apropiadas para su explotación a gran escala. - Plan piloto de explotación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinación de los sitios aptos para la explotación de pozos. Análisis técnico y económico de las alternativas. - Plan piloto de implementación. - Evaluación de los riesgos ambientales y medidas de mitigación.

N°	Título	Objetivos		Producto Final
		General	Específico	
6.	Optimización del Proyecto Acueducto Río Paraguay – Chaco Central	Elaborar un estudio de optimización del Proyecto Acueducto Río Paraguay – Chaco Central de manera a disminuir la inversión pública.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudiar nuevos trazados alternativos. - Estudiar nuevas tecnologías de Acueductos y bombeo. - Estudiar nuevos modelos de financiación de las obras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinación de trazados alternativos del Acueducto. - Determinación de escenarios alternativos de consumo de agua del Acueducto. - Factibilidad técnica y económica de los modelos alternativos. - Modelos de financiación de las obras, estudio de tarifas.

Un modelo de contrato para estos estudios se encuentra en el Anexo 12.

19 Marco Institucional para la inversión y operación de los sistemas.

Es indudable que ninguna de las estrategias propuestas para dar una solución permanente del problema de agua en el Chaco, puede aplicarse sin una adecuada capacidad de gestión y control público, y sin la participación del Sector Privado en las inversiones. Por lo tanto las estrategias institucionales giran alrededor de los siguientes ejes:

1. Fortalecimiento de las Instituciones del Estado, de su capacidad de gestión, normativa, reguladora y de control.
2. Fortalecimiento de los niveles subnacionales (Municipios y Gobernaciones) en su capacidad de gestión.
3. Creación de un Fondo Nacional de Inversiones para Agua del Chaco. (ej.: FONIAC).
4. Creación de un Centro de Información Pública sobre el tema Aguas del Chaco.(ej.: CIPAC).
5. Fomento a la participación del Sector Privado en las inversiones.

Estrategia 1 – Fortalecimiento de las Instituciones del Estado

Los proyectos de desarrollo (rutas, telefonía, agua, etc) del Chaco deberán estar concebidos dentro de un plan global nacional, dentro del cual, las instituciones juegan un rol protagónico importante como articuladores de los procesos. El rol planificador como corresponde, debería recaer en la Secretaría Técnica de Planificación, la cual deberá apoyar en forma efectiva el Mejoramiento de la capacidad del Sector Público para desarrollar los planes, la racionalización de la intervención del Estado, la desburocratización de los procesos, eliminando la dispersión de funciones y de responsabilidades entre los diversos entes con atribuciones similares, y el mejoramiento del aprovechamiento de los recursos financieros disponibles.

Estrategia 2 – Fortalecimiento de los niveles subnacionales del Estado

Dadas las características dispares del territorio del Chaco y las necesidades específicas de los Departamentos de la Región Occidental será necesario llevar adelante los planes, en el marco de un proceso de descentralización, traspasando competencias y recursos a los Municipios y Gobernaciones. La estrategia propone el fortalecimiento gradual de las autoridades locales mediante apoyo a la capacitación, asesoría técnica e inversiones en las áreas más necesitadas como en la provisión de los servicios básicos de agua y saneamiento. La cercanía de los gobiernos locales hacia sus comunidades, mejoraría las coberturas de los servicios, permitiría un mejor control de calidad, y una gestión técnica y ambientalmente sustentable de los recursos.

Estrategia 3 – Creación del Fondo Nacional de Inversiones.

Se propone la creación de un Fondo Nacional de Inversiones con el objetivo de financiar los proyectos relacionados a la implementación de las estrategias establecidas en este estudio.

Dicho Fondo podrá concentrar todas las inversiones existentes, tanto de donaciones, como préstamos nacionales o internacionales para destinarles a la aplicación del plan establecido. También podrá gestionar nuevos fondos, de manera a racionalizar sus usos.

Existen proyectos que se están desarrollando actualmente en el Chaco con donaciones, fondos públicos nacionales, o préstamos internacionales (Prodechaco, BID, BIRF, Comisión Acueducto, etc.). Sin embargo, muchos de ellos se ejecutan en forma aislada sin estar vinculados a un plan. La aplicación del fondo permitiría una racionalización del gasto público y un mejor aprovechamiento de las inversiones.

Estrategia 4 – Creación del Centro Nacional de Información Pública

Se plantea la creación de un Centro de Información con las características de un portal de Internet para promover el uso de la información de manera que la misma sirva como base en los procesos de planificación, educación, capacitación y de participación ciudadana.

El Centro de Información debe contemplar una base informática accesible e integrada en una red de usuarios con transferencia de información entre bancos de datos (STP, Municipio, Gobernaciones, Ministerios, etc.), que refuerse la base de conocimientos y agilice el acceso a la información sobre tema de agua del Chaco. Una gran parte del banco de datos puede estar integrada por los estudios compilados y sistematizados en este trabajo de consultoría, el cual puede estar enriquecido con el aporte de otras instituciones.

Estrategia 5 – Fomento a la participación del Sector Privado

Gran parte del Desarrollo Económico del Chaco se debe a la participación de las Cooperativas de productores y a la industrialización del sector agropecuario. El diseño de políticas y estrategias que contribuyan al desarrollo de mercados eficientes de sus productos e incentiven inversiones ambientalmente sustentables, permitirá crear un ámbito adecuado para la participación del sector privado en el desarrollo de los sistemas de abastecimiento de agua, aliviando la pesada carga que tiene el Estado en este sector.

El incremento de la participación del sector empresarial, se dará en la medida que se fijen reglas claras, haya transparencia, seguridad jurídica y se ofrezcan estímulos a los sectores productivos para que mejoren sus procesos, utilicen tecnologías limpias, instalen plantas de tratamiento, accedan a créditos, a las innovaciones y a los mercados.

El nuevo marco legal basado en la Ley 1614/2000 de Regulación de los Servicios de Agua y Alcantarillado permitirá el acceso del sector privado en la prestación de los servicios.

20 Base de la Información Geográfica del Estudio

El proyecto cuenta con un Sistema de Información Geográfica que se realizó con la ayuda del software Arc view 3.2 en español.

Este sistema de información cuenta con una base de datos asociada a cada shapefile (fichero de forma), y el conjunto de los mismos conforman una vista en el archivo denominado Sig Aguas para el Chaco, dicho archivo cuenta con un elemento de extensión *.apr, el cual se encarga de recopilar la información una vez abierto el proyecto desde el programa.

Las informaciones con que cuenta se refieren en particular al Chaco Central, aunque también se elaboraron ficheros completos y referidos a toda la región occidental, tales como las poblaciones indígenas, parques nacionales, los potenciales mineros y los pozos de agua del acuífero Yrendá, como otros pozos de caudales interesantes que se investigaron en el proyecto.

Gracias a la practicidad del programa podemos combinar las diversas informaciones para conseguir mapas temáticos, con los cuales es mucho más factible llegar a conclusiones y adquirir una idea más acertada de las problemáticas y diferentes soluciones a tener en cuenta, nada más necesitamos la visión acertada para superponer los shapes y poder analizar el problema, lo cual dependerá de cada usuario del sistema, en el proyecto en sí esto fue un interesante punto para las observaciones.

Es importante resaltar que esta parte del proyecto es presentada en un CD con una carpeta con el nombre Sig Aguas para el chaco, dentro de esta carpeta se incluye un archivo *.doc, denominado léame, en el mismo se detalla las instrucciones a seguir para abrir el archivo en Arc View, además de las explicaciones de los shapes introducidos en el mismo.

La información recopilada y generada es considerada de vital importancia y debe ser un puntapié inicial para la digitalización de otros proyectos interesantes y complementarios a éste, ya que al estar todos ellos georeferenciados y ligados a sus respectivas bases de datos, pueden constituirse en un potente elemento de análisis en el futuro.

Los productos del Sistema de Información Geográfica de esta consultoría son:

- **Departamentos de la Región Occidental**
- **Distritos de la Región Occidental**
- **Rutas Oficiales**
- **Localidades**
- **Parques Nacionales**
- **Energía Solar y Eólica**
- **Potencial Minero**
- **Arcilla Expansiva**

- **Pozos subterráneos**
- **Mapas de consumo por sector**
- **Mapas de ofertas de agua**
- **Mapas de alternativas de abastecimiento**
- **Mapas de trabajo desarrollado por SENASA y PRODECHACO**
- **Mapas de Uso Agropecuario**
- **Mapas de Asentamientos Indígenas**
- **Mapas de propiedades catastrales**

Este Sistema de Información Geográfico una vez aprobado estará disponible en la INTRANET de la STP en un formato adecuado para su análisis.

En esta consultoría se recopiló toda la información relevante de la región Occidental y en especial la del Chaco central.

ANEXO 1
BANCO DE DATOS

CARTOGRAFIA: Cartografía básica vectorial e imágenes satelitales de la región de estudio utilizadas en esta consultoría.

Instit.	Área	Tema	Formato	Clase	Proy	Datum	Período
STP	Paraguay	Cartografía básica	ArcInf Shp	Vectorial	UTM	WGS1984	1994
STP	Paraguay	Cartografía IGM	ArcInf Shp	Vectorial	UTM	WGS1984	
STP	Paraguay	Líneas de Media y Alta tensión de la ANDE			UTM	WGS1984	
STP	Paraguay	Colonias IBR			UTM	WGS1984	1963-2000
STP	Paraguay	Población Urbana Rural			UTM	WGS1984	1992-2001
STP	América del Sur	Imágenes DEM de la NASA de 1 km de resol.	DEM	Raster	UTM	WGS1984	2002
STP	América del Sur	Cartografía digital	E00	Vectorial	Lat/long	WGS1984	2002
SEAM	Paraguay	Imágenes LANDSAT 7TM con 15 m de resol.			UTM	WGS1984	2000-2002
MAH	Chaco	Imágenes LANDSAT 5TM con 30 m de resol			UTM	WGS1984	2000-2001
Guayra	Paraguay	Imágenes LANDSAT 7TM con 15 m de resol			UTM	WGS1984	1999-2001
Guayra	Paraguay	Imágenes LANDSAT 5TM con 30 m de resol		Raster	UTM	WGS1984	1985-2001
GEEC	Chaco	CENSO 2002	HP		UTM	WGS1984	2002

Esta fue la base cartográfica utilizada por esta consultoría, para después implementarla en el SIG desarrollado por este estudio con los productos detallados en la sección 18. Esta información se encuentra en las instituciones mencionadas en la matriz de información desarrollada anteriormente

BANCO DE DATOS: a continuación se detalla los estudios, experiencias e iniciativas regionales sobre el abastecimiento de agua, estudios y planes de desarrollo regional.

Nº	20.2 Titulo	Autor	Institución/Ref. Bibliográfica	Fecha	Código Informático
1	Estudio de Factibilidad del Acueducto Río Paraguay – Chaco Central	Consultora Saltzgitte de Alemania	Comisión Acueducto MOPC-Tel. 615-855	Diciembre-2000	CA-1000 (*)
2	Investigación y localización de Acuíferos someros aptos para recarga artificial en la Región Occidental	Consultora Integral S.A.	Comisión Acueducto MOPC Tel. 615-855	Diciembre-2001	CA-1100 (*)
3	Investigación y Localización de fuentes de abastecimiento de agua en la Región Occidental	CONICO S.R.L.	Comisión Acueducto MOPC Tel. 615-855	Noviembre-2001	CA-1200 (*)
4	Implementación de Plantas Desalinizadoras en el Chaco Central-Perfil de Proyecto	Ing. Zoilo Benitez	Comisión Acueducto MOPC Tel. 615-855	Julio-2002	CA-1300 (*)
5	Banco de datos hidrogeológicos en la Región Occidental	Kappa SRL.	Comisión Acueducto MOPC Tel. 615-855	Enero-2002	CA-1400 (*)
6	Evaluación de Pozos Profundos en la Región Occidental y su correlación estratigráfica con fines hidrogeológicos	Ing. Antonio Pelaez García	Comisión Acueducto MOPC Tel. 615-855	Diciembre-2001	CA-1500 (*)
7	Recarga Artificial de Acuíferos en la Región Occidental	Comisión Acueducto -Unidad Técnica de Est. Alt.	Comisión Acueducto MOPC Tel. 615-855	Abril 2002	CA-1600 (*)
8	Informes Ambientales de la Región Oriental y de Salinización del Chaco	Coop. Técnica MAG – BGR	Ministerio de Agricultura SEAM	1998	MAG-1000
9	Informes Ambientales del Chaco	Coop. Técnica MAG-BGR	Ministerio de Agricultura SEAM	1998	MAG-1100
10	Ground Water Investigation en Central and Northwestern Chaco	Mente A.	BHR/BGR	1973	MDN-1600

11	Desarrollo del recurso agua.	Comisión Nacional de Desarrollo Integrado del Chaco	Comisión Nacional de Desarrollo Integrado del Chaco; Centro Interamericano de Desarrollo Regional(CINDER).	1984	MDN-1000
12	Recarga Artificial de la Región Semiárida del Chaco Central – Paraguay	Oosterbaan A. & Godoy Valdovinos	MDN	1986	MDN-1100
13	Memoria del mapa hidrogeológico de la República del Paraguay. Asunción :.	Ministerio de Defensa Nacional,	Comisión Nacional de Desarrollo Regional Integrado del Chaco Paraguayo.	1986	MDN-1200

Nº	20.3 Titulo	Autor	Institución/Ref . Bibliográfica	Fecha	Código Informático
14	Agua Subterránea Chaco Paraguay – Recursos Naturales Geología – Hidrología	CNDRICH-MDN	MDN	1989	MDN-1300
15	Ocurrencia, calidad y propuesta de Estratificación de las Aguas Subterráneas del Chaco Paraguayo	Publicación del Dpto. de Abastecimiento de Aguas para el Chaco	Ministerio de Defensa Nacional	1989	MDN-1400
16	Archivo de Datos Hidrogeológicos 1991	Dpto. de Abastecimiento de agua para el Chaco	MDN	1991	MDN-1500
17	Características hidrológicas e hidroquímicas de la Región Oeste del Chaco Paraguayo. Departamento de Abastecimiento de Agua para el Chaco,	Godoy, Eugenio	Asunción : Ministerio de Defensa Nacional, Consejo Nacional de Desarrollo del Chaco,	1990.	MDN-1600
18	Pozos Profundos en el Chaco Paraguayo: Banco de Datos Hidrogeológicos e Hidroquímicos	Gob. Del Paraguay /Naciones Unidas	MDN	1991	MDN-1700
19	Hidroquímica del agua subterránea en el área	Von Hoyer, M.	Chaco : Ministerio de	1993.	MDN-1800

	urbana de Filadelfia (Chaco Boreal/Paraguay). Filadelfia (Exploración y aprovechamiento de recursos hídricos subterráneos en la Región Occidental ; informe técnico nº 3)		Defensa Nacional, Comisión Nacional de Desarrollo Integrado del Chaco, Dirección de Recursos Hídricos,		
20	Investigación hidrológica del área de Filadelfia-Chaco para detectar contaminación del agua subterránea (colección de datos).	Godoy V., Eugenio%Larrosa, Fernando A.%Paredes, José L. ; colaboradores Gerhard Kohler, Miguel Orrego, Dante Irrazabal S.	Ministerio de Defensa Nacional, Comisión Nacional de Desarrollo	1993	MDN-1900
21	Investigación hidrogeológica del área de "Campo Loa" para mejorar el abastecimiento de agua potable (Chaco Boreal, Paraguay).	Keller, S.	Ministerio de Defensa Nacional, Comisión Nacional de Desarrollo Integrado del Chaco,	1993.	MDN-2000
22	Consideraciones sobre el monitoreo de instalaciones para el enriquecimiento artificial del agua subterránea en el Chaco Central. Central,	Bender, H.	Filadelfia, Chaco : Ministerio de Defensa Nacional, Comisión Nacional de Desarrollo del Chaco	1993.	MDN-2100
23	Ocurrencia, Calidad y Propuesta de Estratificación de las Aguas Subterráneas del Chaco Paraguay.	Godoy V, Eugenio	MDN	1998	MDN-2200

Nº	Título	Autor	Institución/Ref . Bibliográfica	Fecha	Código Informático
24	Perforaciones Profundas y Someras del Norte del Chaco	Cröse M, Godoy V, E. Mifflin,	Programa de las Naciones Unidas para el	1971	NNUU-1000

	Paraguay	Garcia S., Orrego M, Irrazabal S, D y Larroza F.	Desarrollo		
25	Aguas subterráneas en el Chaco.	Galani, Urí.	PNUD/NU	1973	NNUU-1100
26	Aguas subterráneas en el Chaco : informe de la Misión Conjunta PNUD/NU de revisión y evaluación.	Golani, Uri; Eerkens, Cornelius.	NNUU	1973.	NNUU-1200
27	Almacenamiento y Recarga Artificial de Aguas Subterráneas	Naciones Unidas	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	1977	NNUU-1300
28	Desarrollo de los recursos de aguas subterráneas en el Chaco: conclusiones y recomendaciones del proyecto.	Naciones Unidas		1977	NNUU-1400
29	Investigación y Desarrollo del Agua Subterránea en el Chaco	Naciones Unidas	NNUU	1978	NNUU-1500
30	Final Report: Comisión Nacional de Desarrollo Regional Integrado del Chaco Paraguay	Naciones Unidas	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	1979	NNUU-1600
31	Memoria del Mapa Hidrogeológico de la Rep. Del Paraguay	Naciones Unidas	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	1986	NNUU-1700
32	Investigación y Desarrollo de Aguas Subterráneas en Chaco	Naciones Unidas	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	1978	NNUU-1800
33	Gobierno del Paraguay/Naciones Unidas Pozos Profundos en el Chaco. Banco de Datos Hidrogeológicos e Hidroquímicos.	Naciones Unidas	NNUU	1991	NNUU-1900
34	Desarrollo de Recursos Hídricos del Chaco Paraguayo.		Paraguay. Comisión Nacional de	1991.	NNUU-2000

	Banco Electrónico de Datos. Hidrogeológicos e hidrológicos.		Desarrollo Integrado Chaco; PNUD.		
35	Recarga Artificial de Acuíferos Freáticos En El Chaco Central Paraguay : Consideraciones sobre la Salinización de Lagunas del Chaco Central.	CNDRCH; PNUD	Paraguay. Comisión Nacional de Desarrollo del Chaco; PNUD.	1991.	NNUU-2100

Nº	Título	Autor	Institución/Ref. Bibliográfica	Fecha	Código Informático
36	Pozos someros del Chaco Paraguayo- Banco Electrónico de Datos Hidrogeológicos.	CNDICH; PNUD,	Comisión Nacional de Desarrollo del Chaco; PNUD.	1991.	NNUU-2200
37	Perforaciones profundas y someras del Norte del Chaco Paraguayo.	CNICH; PNUD,	Comisión Nacional de Desarrollo Integrado Chaco; PNUD	1991.	NNUU-2300
38	Pozos Profundos en el Chaco Paraguayo: Banco Electrónico de Datos Hidrogeológicos e Hidroquímicos.	Cröse M, Godoy V, E. Garcia	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	1991	NNUU-2400
39	Recarga Artificial de Acuíferos Freáticos en el Chaco Central Paraguayo.	Comisión Nacional de Desarrollo Regional Integrado del Chaco	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	1991	NNUU-2500
40	Características Hidrogeológicas e Hidroquímicas de la región Oeste del Chaco Paraguayo	Godoy Valdovinos	Centro de Tecnología de la Universidad Federal de Pernambuco – Recife	1990	GV-1000 (*)
41	Recursos de Aguas	Godoy	Filadelfia	1989	GV-1100

	subterráneas del Paraguay	Valdovinos			
42	El Agua Subterránea del Chaco Paraguayo. Evolución de su Conocimiento	Godoy Valdovinos & Paredes R.	Memorias del II Simposio sobre Aguas Subterráneas y Perforación de pozos	1995	GV-1200
43	Investigación Hidrogeológica del Área de Filadelfia – Chaco, para detectar Contaminación de Agua Subterránea	Godoy Valdovinos, Fernando Larroza & Jose L. Paredes		1993	GV-1300
44	Consideraciones sobre la Evolución del Nivel de Agua Subterránea del Chaco Paraguayo	Godoy Valdovinos	Memorias del II Simposio sobre Aguas Subterráneas y Perforación de pozos	1995	GV-1400
45	Ocurrencia, calidad y Propuesta de Estratificación de las Aguas Subterráneas del Chaco Paraguayo	Godoy Valdovinos	Publicación e la Comisión Nac. De Desarrollo Regional Integrado del Chaco	1989	GV-1500
46	Características hidrogeológicas e hidroquímicas de la región Oeste del Chaco paraguayo. Filadelfia :	Godoy Valdovinos, Eugenio.	Departamento de Abastecimiento de Agua para el Chaco,	1990.	GV-1600

Nº	Título	Autor	Institución/Ref. Bibliográfica	Fecha	Código orográfico
47	Aguas subterráneas del Chaco Boreal-Central Sudamericano.	Godoy V, Eugenio. #Paredes, José L.	Cooperación Hidrogeológica Paraguayo Alemana,	1994.	GV-1700
48	Las Aguas Subterráneas del Chaco Boreal	Godoy V. & Paredes J.L.	2º Congreso Latinoamericano de Hidrología Subterránea Vol. 2	1994	GV-1800

49	Recarga Artificial de Acuíferos Freáticos en Filadelfia – Chaco Central	Godoy E, Garcia D, Fariña L.	8° Congreso Brasileiro de Aguas Subterráneas	1994	GV-1900
50	The Development and Structural Style of the Northeastern Chaco	Fernando Wiens		1987	WF-1100
51	Sedimentación del Cuaternario de la Cuenca del Chaco (Paraguay)	Fernando Wiens	Filadelfia	1989	WF-1200
52	Geología y Aguas Subterráneas Chaco	Fernando Wiens	1er. Simposio sobre aguas subterráneas y perforación de pozos en el Paraguay	1991	WF-1300
53	El Desarrollo Geológico del Chaco Paraguayo 1er. Seminario – Taller Eco Chaco	Fernando Wiens	1er. Seminario – Taller EcoChaco 95.	1995	WF-1400
54	Análisis del Sistema de Abastecimiento de Agua en el Chaco	Wiens F.		2002	WF-1500
55	Desarrollo Regional del Area Paraguaya del Proyecto Pilcomayo-	OEA	Comision Nacional de Desarrollo Regional Chaco - OEA	1978.	OEA-1000
56	Desarrollo regional del área paraguaya del proyecto Pilcomayo : I informe general.	OEA	Comisión Nacional de Desarrollo Regional. Chaco; OEA.	1978	OEA-1100
57	Desarrollo regional del área paraguaya del proyecto Pilcomayo : I informe final.	OEA	Comisión Nacional de Desarrollo Regional-Chaco; OEA.	1981.	OEA-1200
58	Recursos Hídricos de la Región Occidental	OEA	OEA	1982	OEA-1300
59	Planificación regional – chaco paraguayo>mapas> condiciones económicas>recursos	OEA	Comisión Nacional de Desarrollo Regional. Desarrollo	Asunción : OEA, 1982-1985	OEA-1400

	naturales -		regional integrado del Chaco Paraguayo.		
60	Desarrollo regional integrado del Chaco paraguayo : desarrollo del recurso agua.	OEA	Comisión Nacional de Desarrollo del Chaco; OEA.	1982.	OEA-1500

Nº	Título	Autor	Institución/Ref. Bibliográfica	Fecha	Código Informático
61	Desarrollo regional del área paraguaya del proyecto Pilcomayo : I informe final.	OEA	Comisión Nacional de Desarrollo Regional. Chaco; OEA.	1982.	OEA-1600
62	Proyecto Chaco – Diagnostico y Estrategia para el Desarrollo del Chaco Paraguayo	Comisión Nac. De Desarrollo Regional del Chaco/OEA	OEA	1983	OEA-1500
63	Diagnostico y Estrategia para el Desarrollo del Chaco Paraguayo	Dpto. de Desarrollo Regional (OEA)	OEA	1983	OEA-1600
64	Socio-demografía de la Región Occidental	OEA	OEA. Comisión Nacional de Desarrollo del Chaco. Desarrollo regional integrado del Chaco paraguayo	1983	OEA-1700
65	Chaco Paraguayo>planificación regional	OEA	Comisión Nacional de desarrollo del Chaco Desarrollo regional integrado del chaco paraguayo.	1984.	OEA-1800
66	Recursos hídricos de la Región Occidental.	Departamento de Desarrollo regional. Desarrollo Regional Integrado del Chaco	Comisión Nacional de Desarrollo Regional Integrado del Chaco; OEA	1985.	OEA-1900

67	Riegos de desertificación del Chaco Paraguayo.	OEA	Comisión Nacional de Desarrollo Regional Integrado Chaco; OEA.	1985.	OEA-2000
68	Desarrollo del recurso agua. Asunción :	OEA	Comisión Nacional de Desarrollo Regional Integrado del Chaco.	1985.	OEA-2100
69	Consideraciones sobre recarga artificial en el Chaco Central – Paraguay. Abastecimiento de Agua para el Chaco. Filadelfia Chaco	F. Larroza	1er. Simposio sobre aguas subterráneas y perforación de pozos en el Paraguay	1991	FLA-1000
70	Consideraciones sobre la Salinización de Lagunas y Tajamares del Chaco Central	Larroza F.	Asociación de Geólogos del Paraguay	1991	FLA-1100
71	El Desarrollo del Chaco Paraguayo Separata de Estudios Paraguayos.	Revista de la Universidad Católica Nstra. Señora de la Asunción	Universidad Católica	1980	UC-1000

Nº	Título	Autor	Institución/Ref . Bibliográfica	Fecha	Código Informático
72	Ergebnisse Hydrogeologischer Untersuchungen in Chaco Boreal Von Paraguay	Bender F. Von	Bundesrepublik Deutschland	1961	BD-1000
73	Investigación Hidrogeológicas en el Chaco Boreal	Flathe H, Bender F, Luder R y Gustke	Comisión del Paraguay de la Bundestalk für Budenforschung Hannover	1960	BD-1100
74	Informe sobre Recursos Acuíferos	Butler J.B.	Penzoil del Paraguay SA.	1971	PZ-1000

	de la parte Noroeste del Chaco Paraguayo		Victor Holdings		
75	Hidroquímica del Agua Subterránea en el Area Urbana de Filadelfia (Chaco Boreal Paraguay).	Hoyer, Michael von	BRH/BGR	1993	BGR-1100
76	Aprovechamiento de los Recursos Hídricos Subterráneos en la Region Occidental.	Eduardo Busquets, Moderador del Taller	BGR, Filadelfia Chaco	1993	BGR-1200 (*)
77	Resumen de Informes Técnicos y Científicos	Carlos Centurion y Fernando Larroza	BGR	1993/1995	BGR-1300 (*)
78	Hidroquímica del agua subterránea en el área urbana de Filadelfia Chaco Boreal/Paraguay.	Von Hoyer, M.	Cooperación Paraguayo Alemana	1993.	BGR-1400
79	Cooperación Hidrogeológica Paraguayo-Alemana Agua para el Chaco	Comisión Nacional de Desarrollo Regional Integrado del Chaco	BGR	1993/1995	BGR-1500 (*)
80	Investigación Hidrogeológica del área de Filadelfia, Chaco para detectar contaminación del agua subterránea : colección de datos, informe técnico N° 1.	Godoy, Eugenio. #Larroza, Fernando. #Paredes, José.	Cooperación Paraguayo Alemana,	1993	BGR-1501 (*)
81	Informe Técnico Nro. 6. Resultado de los Trabajos de Perforación en el Área de la Misión Sta. Teresita Mcal. Estigarribia	Miguel A. Orrego y Jose L. Paredes	BGR	1994	BGR-1506 (*)
82	Informe Técnico Nro. 7 - Las Aguas Subterráneas del Chaco Boreal - Central Sudamericana	Eugenio Godoy V. y Jose L. Paredes	BGR	1994	BGR-1507 (*)

N°	Título	Autor	Institución/Ref . Bibliográfica	Fecha	Código Informático
83	Informe Técnico Nro. 8 - Evaluación Hidrogeológica preliminar de la Fracción Jorba	Eugenio Godoy V. y Daniel García	BGR	1994	BGR-1508 (*)
84	Informe Técnico Nro. 9 –Informe de las Perforaciones Realizadas en la Villa la Piedad – Tte. 1ro. Manuel Irala Fernández (ex 25 leguas/Chaco Central)	Eugenio Godoy V. y Daniel García	BGR	1994	BGR-1509 (*)
85	Informe Técnico Nro. 11 – Abastecimiento de Agua Potable en los Asentamientos Indígenas de Diez Leguas	Martin Junker	BGR	1995	BGR-1511 (*)
86	El Peligro de la Salinización de Suelos en el Chaco Central Oriental como consecuencia de Medidas de Deforestación no Adecuadas	Nitsch M.	DOA/BGR/MAG	1994	BGR-1600
87	Mediciones Geofísicas para el Proyecto “Exploración de los Recursos de Aguas Subterráneas en la región Occidental del Paraguay, Informe Técnico N° 19.	Reymaryr G.	BRH/BGR	1995	BGR-1700
88	Interpretación de las mediciones de conductividades eléctricas para la Investigación de la Recarga Artificial y un Método para el Calculo de la Infiltración por un	Junker, M.	BRH/BGR	1995	BGR-1800

	Tajamar en el Acuífero Freático del Chaco Central				
89	Estudio de Suelos. Estación Experimental del Chaco Central Cruce Loma Plata	Alonso Patrocinio & Gerardo Moreno	DIEAF-MAG-GTZ	1989	GTZ-1000
90	Estado de Situación en torno a las actividades de Desarrollo en el Chaco Paraguayo en el Area de los manejos de los Recursos Naturales	Esther Prieto	GTZ	1997	GTZ-1100 (*)
91	Taller sobre Sostenibilidad del Manejo de los Recursos Naturales del Gran Chaco	Luis Maria de la Cruz	GTZ	1998	GTZ-1200 (*)

Nº	Título	Autor	Institución/Ref . Bibliográfica	Fecha	Código Informático
92	AGUA POTABLE>CHACO>SOSTENIBILIDAD Paraguay: sector agua potable y saneamiento.	Biesinger, Brigitte.	STP, GTZ.	1998	GTZ-1300
93	Proyectos y Actividades de Desarrollo Rural y Manejo de Recursos Naturales en el Chaco Paraguayo	Jorge Pinazzo	GTZ	1999	GTZ-1400 (*)
94	Bodenbildungen in Chaco Boreal als Zeugen des spat-und post glacialen Klimaablaufs.	Luders, Rudolf		1961	LUDERS-1000
95	Versalzungsgefährdung von Boden im ZentralChaco als Folge nicht angepasster Rodungsmaßnahme	Nitsch M	Unveröffentlicht Bericht der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe	1994	NITSCH-1000
96	Explotación y Aprovechamiento de los	Bender Hans	Cooperación Técnica	1992	BENDER-1000

	Recursos Hídricos de la Región Occidental – Inventario, Evaluación y Recomendaciones para la Protección del Potencial de los espacios naturales de la Región Occidental		Paraguay-Aleman. Dirección de Ordenamiento Ambiental (DOA)/ BGR		
97	Consideraciones sobre el Monitoreamiento de Instalaciones para el Enriquecimiento Artificial del Agua Subterránea en el Chaco Central	Bender Hans	Coop. Hidrogeologica Paraguay – Alemana.	1993	BENDER-1100
98	Consideraciones sobre el monitoreo de instalaciones para el enriquecimiento artificial del agua subterránea en el Chaco Central, informe técnico N° 2.	Bender, H.	Cooperación Paraguayo Alemana,	1993.	BENDER-1200
99	Vegetación y Uso de la Tierra de la Región Occidental del Paraguay	CI, FIA, UNA	UNA	1991	UNA-1000
100	Estudio para Abastecimiento de Agua Potable para el Chaco Central	Jorge Ramirez Vallejos	BID	2000	BID-1000 (*)

N°	Título	Autor	Institución/Ref. Bibliográfica	Fecha	Código Informático
101	Lineamientos para el Desarrollo Territorial del Chaco	Dirección de Desarrollo Departamental	STP	1997	STP-1000(*)
210	Comisión Nacional del Rio Pilcomayo	Ing. Ortiz	MOPC	1994	MOPC-1000 (*)
103	Diagnostico y estrategia para el desarrollo del Chaco Paraguayo.	Departamento de Desarrollo Regional.	Comision Nacional de Desarrollo Regional del Chaco.	1983.	CNDRCH-1000
104	Desarrollo regional integrado del Chaco Paraguayo.	Comisión Nacional de Desarrollo	Comisión Nacional de Desarrollo Regional del Chaco	1984.	CNDRCH-1100

		Regional del Chaco Paraguayo,	Paraguayo.		
105	Suelos y aptitud de uso de la tierra de la Region Occidental.	Desarrollo Regional Integrado del Chaco Paraguayo	Comision Nacional de Desarrollo Integrado Chaco; OEA.	1985.	CNDRCH-1200
106	Aportes al conocimiento de los recursos naturales del Chaco paraguayo.	Palmieri, JuanCáceres, Conrado.	Asunción : Comisión Nacional de Desarrollo Regional Integrado del Chaco,	1989.	CNDRCH-1300
107	Documento final del primer simposio sobre aguas subterráneas y perforación de pozos en el Paraguay.		Departamento de Abastecimiento de Agua para el Chaco.	1991	MFN-1000
108	Renacer del Chaco Boreal Paraguay : Represamiento de las aguas del Río Paraguay.	Cibils Benítez, José.		1996.	CIBILS-1000
109	Contribucion a la hidrogeologia en la zona del Chaco Paraguayo.	Vera Morinigo, Gustavo; Palmieri, Juan Heriberto	Instituto de Ciencias Basicas,	1971.	ICB-1000
110	Marco Legal sobre el Manejo de los Recursos Hidricos a Nivel Nacional y Regional	Congreso Nacional	Ley de Erssan	2001	CN-1000
111	Desarrollo sostenible del gran Chaco: chances para una nueva forma de cooperación.		Netherlands : ICCO,	1996.	ICCO-1000
112	Contribución a la Hidrogeologia de la Zona Oeste del Chaco Paraguayo	Vera Morinigo, G&Palmieri	ICB-UNA	1971	ICB-1000
113	Estudio del plan maestro del proyecto de desarrollo agropecuario integrado en el Bajo Chaco de la República del Paraguay: informe intermedio.	JICA	JICA	1993.	JICA-1000

B. TEXTOS SCANEADOS: Se encuentran en el CD

BGR 1500, BGR 1600, BID 1000, CHACO Y USO SOSTENIBLE, GA 1000, GA 1100, GTZ 1400, GTZ 1200, GV 1000, MOPC 1000, PAR 1983, STP 1000, CA 1000, CA 1200, CA 1300, CA 1400, CA 1500, CA 1600, MAG 1000, MAG 1100.

C. MARCO LEGAL, Ley de ERSSAN y Reglamentaciones: Se encuentra en el CD de documentos escaneados.

Se codificó la información de acuerdo a la autoría e institución responsable. Se introdujo los datos bibliográficos en una base de datos con el software ACCESS (Ver **CD** adjunto).

ANEXO 2

SITUACIÓN AMBIENTAL DEL CHACO CENTRAL

SITUACIÓN AMBIENTAL DEL CHACO CENTRAL

Medio Físico

Clima

Taxonómicamente el régimen de humedad del área es definido como “USTIC” (con una clasificación tentativa caracterizada como TROPUSTIC) siendo el régimen de temperatura HYPERTH.

Los meses más cálidos van de noviembre a marzo, y es donde las temperaturas superan los 43°C, siendo la temperatura media anual de 23°C. Las temperaturas oscilan de los 0° C. (invierno) a 40°C (verano), siendo la media anual de 23° a 30°C en el periodo cálido y de 17°C a 23°C. en el periodo de invierno. El promedio de días de heladas es de 2 a ocho días al año, con temperaturas inferiores a -1°C, la mínima se suele dar entre los meses de Junio y Julio. Las temperaturas medias, máximas y mínimas del aire restringen el período de crecimiento de los cultivos a 210 días/año, desde octubre a mayo.

En cuanto a la precipitación anual, ésta es del orden de los 1.000 a 1.200 mm. Entre el 60 a 80% de la precipitación se concentra entre los meses de septiembre a marzo. Los meses más secos van de abril a septiembre con 60 a 100 mm/mes. Se puede considerar que la distribución de las lluvias en la zona es irregular. En cuanto a la humedad relativa anual es de 65% - 75%.

La evaporación anual llega a alcanzar los 1.400 mm, lo que da la pauta que dicho parámetro en ciertos años se presenta con índice negativo. Por sus características originales, en dicha zona se presenta una insolación anual de 2.400 a .2450 horas, muy buenas para el desarrollo agrícola.

Otras adversidades climáticas, tales como granizadas y heladas, ocurren normalmente todos los años, mientras que los vientos son moderados, siendo el 90% del año se mantiene una velocidad promedio de 5 km/hora, en tanto que el 8% del año se presenta con una velocidad de 10 a 15 km/hora. Vientos de alta velocidad muchas veces se dan en forma de tornados, y se presentan en formas esporádicas, como tormentas de finales de verano o invierno, alcanzado velocidades de 110 km/hora. La dirección de los vientos predominantes son del norte, los cuales son casi permanentes y causantes de erosión eólica de los suelos, creando serios problemas a las explotaciones agropecuarias. A consecuencia de estos vientos se observan en muchas áreas pequeñas formaciones de dunas indicadoras del mal uso que se le ha dado a los recursos naturales.

Relieve

La conformación del relieve, dado el propio origen de la formación de los suelos, es bastante homogénea. Se presenta como plano y uniforme, cuyas declividades van del 0 al 1%, debido principalmente al derrame y deposición

de sedimentos cuaternarios en el sentido W-E del Río Paraguay que se dio a su formación. El mismo se caracteriza por una planicie con pequeñas ondulaciones que se presentan en microrelieves, con pendientes que oscilan entre el 2,0 y 2,5 % prácticamente en los bordes de los cañadones. La altura sobre el nivel del mar oscila entre 140 m a 150 m distante en promedio unos 20 km entre cota y cota. Este gradiente de pendiente tiene una orientación oeste-este y norte-sur. El fondo de los cañadones o cauces secos que cruzan la traza se encuentran en cotas de 130 a 135 m.s.n.m..

Geología y Geomorfología

Introducción

Conforme al EIA realizado en el año 1.997 por la firma Geo-Consultores, menciona que la cuenca sedimentaria del Chaco Paraguayo limita hacia el norte y oeste con el Chaco Boliviano, al sur continúa hacia el Chaco Argentino, al noreste conecta con el Pantanal Mato-grossense y el basamento cristalino del Río Apa (Paraguay oriental-Brasil) mientras que al este pasa hacia la cuenca del Paraná (Paraguay oriental); el Chaco Paraguayo es una amplia planicie cuaternaria, con relieve desde 380 m.s.n.m. al noroeste hasta 70 m.s.n.m al Sueste Fig. 11-4/3. afloramientos fanerozóicos se observan en el norte chaqueño, a lo largo del Río Paraguay y en la zona de Villa Hayes.

Una presentación geológica de la cuenca del Chaco Paraguayo en el contexto de un proyecto de trasvase de agua, se limitará hacia aspectos de inmediata influencia e importancia de la zona afectada directamente por el acueducto del Pto. Casado hacia el Chaco Central.

Como base de presentación sirven de documento cienos de pozos para agua perforados en el Chaco central-oriental, actividad de explotación petrolífera, la interpretación de la evolución geológica mas reciente y la observación geológica directa en afloramientos.

En el Chaco paraguayo se diferencian 4 sub cuencas. La sub cuenca de Curupayty al norte, la sub cuenca de Caranday al oeste, la sub cuenca de Pirity al suroeste y la sub cuenca de Pilar al Sur.

El bajo de San Pedro conforma una extensión de la cuenca del Chaco hacia la cuenca del Paraná en el Este. Hacia el noreste se extiende la plataforma de Bahía Negra.

Los trabajos geotectónicos son separados por altos estructurales intervinientes: al este está establecido el subcratón Río Apa con los altos de Fte. Olimpo e Itapucumi, al sureste está consolidado el subcratón Río Tebicuary con el alto de Asunción, al sur está colocado el alto de Pte. Hayes, al suroeste el alto de Boquerón y al noroeste se ubica el alto de Lagerenza.

Unidades paleozoicas se depositaron en toda la cuenca del Chaco: mientras

que sedimentos mesozoicos-cenozoicos se concentran hacia áreas centrales y orientales. Registros cenozoicos y recientes recubren toda la cuenca del Chaco nuevamente, con excepción a áreas precuaternarias aflorantes.

El estilo tectónico del Chaco sigue lineamientos estructurales hacia el noroeste-sureste y noreste – suroeste originados por ciclos termo-tectónicos en el basamento cristalino. La reactivación diferenciada de estas estructuras durante el Fanerozoico resultó en 5 características fases de subsidencia: Ordovícico-Silúrico, Devoniano, Carbonífero- Pérmico, Meso-Cenozoico y Cuaternario. Cada fase se limita por discordancias erosivas, ausencia de sedimentación o muy reducidas tasas de deposición. Mientras que las fases paleozoicas reflejan una suave subsidencia generalizada, interrumpidas apenas por episodios epirogenéticos gentiles, las fases meso-cenozoicas resultaron a causa de una reorganización estructural trascendente durante el ciclo Sudatlántico, principalmente hacia direcciones noreste-sureste y de manera subordinada hacia el noreste- sureste.

La fase cuaternaria registra una estabilidad tectónica con reajustes estructurales suaves y rellenos sedimentarios regionales.

Los ambientes de sedimentación fanerozoica en la cuenca del Chaco consideran secuencias clásticas y carbonáticas desde el Neoproterozoico al Pérmico superior bajo condiciones marinas a continentales. Desde el Jurásico superior al Pleistoceno inferior se depositaron clastitas y evaporitas terrígenas con secuencias marinas locales. Culmina la sedimentación desde el Pleistoceno inferior al presente con depósitos terrígenos en un ambiente de planicie de pie de monte.

La región afectada por el trasvase de agua potable considera apenas 2 unidades geológicas principales expuestas en superficie: El Grupo Itapucumi (Neoproterozoico- Cambro/Ordovícico y sedimentos del Cuaternario (Pleistoceno-reciente). Estratégicamente se registra una fuerte discordia sedimentaria entre sedimentos del Grupo Itapucumí, rodeando al subcratón Río Apa en el Paraguay nororiental, y una secuencia sedimentaria del Cuaternario, que se extiende desde el Río Paraguay al este hasta la Cordillera de los Andes al oeste.

Grupo Itapucumi (Neoproterozoico – Cambro/Ordovícico)

La época geológica desde el Neoproterozoico al Cambro/Ordovícico se inicia alrededor de 860 ma. Y registra una compleja historia estructural y metamórfica asociada al evento tectono-magmática del denominado ciclo Brasileño (680-450 ma.).

Principales depocentros se ubican a lo largo de importantes cinturones estructurales intracratónicos. Forman la más prominente concentración en un sistema de lineamientos y zonas de cizallamientos al noreste–suroeste, desde el cartón Sao Francisco (Brasil), pasando por el Chaco (Paraguay) y culminando en la zona preandina (Argentina).

Subsistencia extensional intracratónica es ubicuo durante el Neoproterozoico. Sedimentos iniciales, preferentemente de abanicos aluviales y secuencias pelágicas se depositan en fosas estructurales (cuencas de rift.) Son acompañados ocasionalmente por vulcanitas e intrusivas bimodales ácidas a alcalinas primarias de 576-535 ma. K/Ar.

La fase distensional intensiva da luego lugar a una amplia subsistencia epirogénica, cubriendo depocentros primarios controlados por fracturas, resultando en una vasta cobertura de plataforma carbonática y sedimentos arcillosos.

El basamento cristalino del subcratón Río Apa en el Paraguay nororiental se encuentra rodeado por una plataforma sedimentaria. La parte más significativa es la planicie calcárea de Tagatiyá hacia el oeste y suroeste del basamento, siendo cubierto más hacia el oeste (Chaco) en gran parte por formaciones más jóvenes. La planicie calcárea cubre aproximadamente 2300 km. Alcanza 150 m de altura en una morfología suavemente ondulada. Asilados bloques tectónicos llegan a 380 m de altura. La planicie se ve cubierta por un suelo negro, arcillosos y de caliche: zonas altas recubren toscas calcáreas, travertinas y conglomerados calcáreos. Característico es la karstificación de las calizas, formando dolinas y cavernas. La vegetación es una sabana abierta con galerías de monte a lo largo de los ríos.

Sedimentos neoproterozoicos - cambro/ordovícicos son conservados en el Chaco en el así denominado grupo Itapucumi. Excelentes afloramientos permiten la observación directa en la zona de Pto. Casado a lo largo del Río Paraguay. Sedimentos basales son areniscas, areniscas conglomeráticas-arcosicas de origen aluvial y arcillitas de ambiente marino lagunar transgresivo, en depocentros estructurados paralelamente y alineados de noreste a suroeste. Tal disposición es manifestada en el subsuelo de la cuenca del Chaco (área Bahía Negra) y en afloramientos hacia el subcratón Río Apa. La sedimentación registra consecuentemente espesores variados entre 25 a 2000 m en la fase basal.

Calizas y arcillitas cubren luego ampliamente los depocentros basales y áreas cratónicas en un ambiente marino transgresivo de plataforma continental. Espesores registrados oscilan entre 400 y 1700 m. Los sedimentos carbonáticos consisten de calizas laminadas y bituminosas, alterándose con abundantes niveles de calizas oolíticas-pisoidicas. Igualmente se registran masas estromatolíticas, conglomerados calcáreos y potentes intercalaciones de arcillitas calcáreas con un característico enriquecimiento de pirita. Transformaciones tectónicas e influencia magmática causaron una intensa recristalización y dolomitización, alcanzando niveles de mármol y chert.

El ambiente deposicional marino es de condiciones plavas y calurosas. Primeras dataciones bioestratigráficas de algas *Aulaphycus Lucianoi* sp. y *Collenia* sp. sugieren edades del Cámbrico inferior. Mientras que análisis de *Scyphozoe corumbella Wemeri* .sp. y *Cloudina waldei* sp. reflejan edades del Neoproterozóico al Cámbrico inferior.

Las cuencas neoproterozoicas son sujetas al final del Precámbrico a una amplia comprensión (fase principal del ciclo Brasiliano). La intensa transformación comprensiva se acomoda a lo largo de direcciones estructurales existentes transcurren de noreste-suroeste, subordinadamente al noroeste-suroeste e incluso al norte-sur. La acomodación estructural resulta en un ensamblaje irregular de bloques tectónicos, que formará el substrato de la cuenca fanerozoica del Chaco. La sedimentación neoproterozoica del Grupo Itapucumí continúa localmente en bajos morfológicos hasta el Ordovícico inferior.

Sedimentación cuaternaria (Pleistoceno- reciente)

Hasta el Pleistoceno inferior el Chaco paraguayo se encuentra bajo condiciones de una sedimentación mas bien localizada hacia depresiones estructurales establecidas en la subcuenca de Pirity. Durante el Cuaternario los depósitos de la cuenca del Chaco continúan aun bajo la influencia del régimen sedimentario establecido en el Terciario, orientado desde el noreste hacia la subcuenca de Pirity. modificándose luego hacia términos típicos de una planicie de piedemonte con predominancia de una sedimentación desde la Cordillera de los andes en el oeste y zonas de afloramientos de unidades estratigráficas pre-cuaternarias en el norte, noreste, este-sureste del Chaco y hacia zonas bajas en el sureste.

De esta manera se diferencia la distribución de depósitos cuaternarios en el Chaco con espesores máximos hasta 965 m llegando a 100m y 10 m respectivamente e inclusive exponiendo unidades pre-cuaternarias. Se establece así la actual planicie topográfica chaqueña de suave inclinación desde 380 m SNM en el noroeste hacia 60-70 m SNM en el sureste.

La vasta extensión, la relativa homogeneidad geológica y geomorfológico , el relieve casi plano y los sedimentos en general muy finos en la planicie cuaternaria chaqueña, permiten no obstante caracterizar cambios formacionales y ambientales durante el periodo geológico más joven. Una subdivisión del Cuaternario es enfocada principalmente por los cambios climáticos registrados. Son sobre todo las variaciones en la precipitación que expresan las diferencias y en menor escala los cambios de temperatura.

Recientes resultados de análisis de isótopos radioactivos C-14 y luminiscencia natural permiten mediante la obtención de edades absolutas una estratificación cuaternaria mas definida de sedimentos, suelos y aguas en el Chaco.

Cuaternario Inferior (Pleistoceno inferior- Holoceno inferior)

La distribución de sedimentos cuaternarios señala una deposición aumentando desde el noreste hacia el suroeste. El fenómeno refleja la importancia del Sistema del Río Paraguay, al menos en el periodo del Cuaternario inferior. Arenas finas claras y menos arcillas siltíticas son transportadas desde el norte hacia el Chaco paraguayo en una amplia faja

fluvial desde Bahía Negra hasta Pto. Pinasco. La sedimentación sigue la mayor depresión morfológica desde Bahía Negra en el noreste hacia Gral. Díaz en el suroeste , generando sistemas de canales fluviales con avulsiones e inundaciones periódicas.

Desde la cordillera de los Andes en el oeste desarrolla el Río Pilcomayo un sistema de abanico aluvial importante. En la zona del Chaco central se conecta con el sistema del Río Paraguay rellenando la depresión estructural de la subcuenca de Pirity. Contribuye con arenas muy finas y siltitas arenosas marrón amarillentas derramadas por numerosos canales efímeros.

El sistema aluvial del Río Parapití se desarrolla en el Cuaternario inferior bajo condiciones similares que el Río Pilcomayo, interconectándose a la altura de Américo Picco- Madrejón con los sistemas del Río Paraguay – Río Pilcomayo.

Litoestratigráficamente se resumen en el Cuaternario inferior limos arenosos, arenas finas a muy finas y arcillas siltíticas de coloraciones pardo rojizo a verdoso. Característicamente se observa un enriquecimiento de carbonatos de calcio formando toscas masivas a laminares. Acompañan abundantes concreciones y nódulos de yeso y manganeso. Localmente aparecen en depresiones cerradas de evaporación arcillas verde grisáceas plásticas con concentraciones mayores de yeso.

El contenido paleontológico del Cuaternario inferior resalta los hallazgos de fósiles mamíferos que permiten la ubicación de esta secuencia desde el pleistoceno inferior al Holoceno inferior. Se identificaron Glyptodontidae, Dasypodidae, Magatheriidae, Mylodontidae, Toxodontidae, Macraucheniidae, Gamphotheriidae, Camelidae, Cerridae, Equus y Mastodontidae.

La planicie del Chaco revela oscilaciones periódicas en un ambiente periglacial seco, templado a caluroso. Periodos de mayor glaciación en las regiones altas de la cordillera de los Andes originan mayores volúmenes de agua en épocas de deshielo, que son despachados por el sistema de drenajes hacia la planicie chaqueña seca y de mayor temperatura, formando extensos depósitos aluviales. Durante periodos interglaciales se reducen los volúmenes de agua transportada hacia la planicie: aquí, condiciones más secas y más calurosas facilitan una intensa evaporación, originando costras / concreciones de minerales evaporíticos, causando el origen de aguas saladas y favoreciendo una amplia eólica, depositando loes y arenas eólicas de vasta extensión.

La tasa de evaporación está en desequilibrio con las precipitaciones. A consecuencia de ello, las aguas acumuladas son salobres a saladas de una conductividad eléctrica que oscila entre 2.890 a 12.160 ohms/cm.

Hacia el Holoceno inferior llega a denominarse en el Chaco paraguayo un clima subhúmedo a seco, con temperaturas templadas a lluvias estacionales. Aumenta la actividad fluvial y lacustre con suaves variaciones en las

precipitaciones y la temperatura las cuales resultan hacia condiciones palustres o eólicas respectivamente.

El evento se caracteriza por la extensión masiva de la megafauna pleistocénica, la interrupción de la extensa sedimentación eólica y la ocupación del hombre de zonas anteriormente inhabitadas.

Cuaternario Medio (Holoceno inferior – Holoceno medio)

Se registra un periodo post-glacial con temperaturas más elevadas y condiciones subtropicales en la planicie chaqueña. Cobran predominancia en el desarrollo de amplios sistemas fluviales, asociados con formaciones iniciales de suelos.

El sistema del Río Paraguay continúa de principal importancia en el noreste del Chaco, con condiciones relativamente estables y regulares (baja energía de relieves). El atumamiento del Sistema sedimentario del Río Pilcomayo desde el oeste se refleja en el desvío del Río Paraguay hacia el este y la formación de amplias zonas de inundaciones periódicas y lagunas en el área entre Pto. Pinasco y Bahía Negra.

A causa de la pronunciada energía de relieve ($800\text{m}^3/\text{seg.}$ de sedimentos), el sistema del Río Pilcomayo se transforma en el Cuaternario medio en la Unidad deposicional más importante de la planicie chaqueña. Amplias y complejas fajas fluviales compuestas por anchos canales mal definidos y limitados por albardones surcan la planicie desde el oeste en un abanico aluvial hacia el este, noreste y sureste. Hacia el Chaco sur oriental y oriental se habrían formado las primeras zonas inundables con sedimentos arcillosos y de ambiente lacustre- palustre. Hacia el Chaco central y occidental son depositados limos y arcillas arenosas llegando arenas finas.

La imponente del sistema del Río Pilcomayo causa igualmente la erosión y redeposición de sedimentos más antiguos.

Hacia el Holoceno medio tardío y Holoceno superior inicial se establecerían condiciones más secas iniciándose un retroceso de la actividad fluvial. La marcada diferencia estacional entre veranos húmedos e inviernos secos con vientos fuertes del norte causan en partículas en el sistema aluvial periódico del Río Parapití situaciones de pronunciada sequía, originando en consecuencia extensas dunas, cubriendo ampliamente sedimentos más antiguos en el área de la frontera paraguayo-boliviana.

Es aceptada una amplia ocupación por primeros cazaderos / colectores en el Chaco, sin tener alguna documentación profunda.

Cuaternario tardío (Holoceno medio – Holoceno superior)

Hacia el Cuaternario Tardío se acentúan condiciones climáticas calurosas

semiáridas a subhúmedas en la región del Chaco paraguayo. La reconstrucción climática señala parámetros con precipitaciones estacionales hasta 300-400 mm/año, temperaturas elevadas, bajos niveles del agua subterráneos, escasa a muy reducida vegetación y la eliminación de los humedales en el Chaco suroriental. Consecuencia inmediata es la disminución significativa de la descarga fluvial y un aumento considerable de formaciones eólicas.

El sistema del Río Pilcomayo se establece como unidad formacional dominante. La red fluvial permanente se concentra a un abanico reducido hacia el Chaco central, formando sistemas de ríos trenzados con cambios de cursos repetidamente. La sedimentación se produce generalmente por derrames o avalanchas durante los periodos lluviosos, transportando sobre todo arenas siltíticas finas.

A consecuencia de las condiciones secas y de fuertes vientos invernales del norte se pronuncia la erosión y sedimentación eólica desde el sistema del Río Parapití hacia el Sur, formando la planicie eólica superior del sistema de nueva Asunción.

Relacionada a la actividad eólica se observa la formación de mantos de sedimentación loésica en vastas zonas del Chaco paraguayo. La cobertura se ve interrumpida por algunos canales fluviales del Río Pilcomayo. La descomposición de los sedimentos bajo la influencia de aumentos periódicos y lluvias estacionales, originaría la génesis de suelos grises amarillentos sin mayor estructura interna.

Presente - Procesos actuales

El inicio de la formación de suelos en el Holoceno superior señala la terminación de condiciones semiáridas y la instalación de ambientes más húmedos desde los 1400 a 1000 años donde se establecen parámetros climáticos que persisten hasta hoy día. Mientras que en el Chaco suroriental se originan lluvias de 800-1400 mm/año y condiciones subtropicales típicas, hacia el noroeste disminuyen las precipitaciones estacionales a 400-500 mm/año y se impone un régimen subhúmedo a semiárido. Procesos eólicos mantienen cierta importancia hacia el noroeste, los sistemas de Río Pilcomayo y Río Paraguay imponen un ambiente fluvial al sur y este, mientras que adquieren influencia extensas áreas de inundación periódica en el Chaco suroriental.

La dinámica actual está caracterizada por un relieve poco expresivo de la planicie Chaqueña, una deflación eólica invernal en el centro-oeste, la alta carga sedimentaria periódica del Río Pilcomayo, las amplias inundaciones estacionales del Río Paraguay y ríos alóctonos en el Chaco suroriental, como así también la formación de suelos y sedimentos palustres en la región central y suroriental.

Hacia el Chaco suroriental y oriental se observan fajas fluviales de ríos alóctonos en un ambiente básicamente pantanoso. El clima más húmedo

causa temporarias a permanentes inundaciones son depositados casi exclusivamente arcillas siltíficas, materia orgánica fina y coloidal, que prohíben una inflación de agua al subsuelo. Además la baja pendiente no favorece el escurrimiento del exceso de agua. En consecuencia se forman extensas zonas pantanosas con palmares.

Los grandes pantanos son igualmente las cabeceras de los ríos actuales. Se notifica la formación de cauces estrechos y bien definidos, que ocasionalmente fluyen a lo largo de canales mayores abandonados y que son bordeados por albordones.

Mientras que la actividad del Río Pilcomayo se desplaza hacia el curso actual en el sur, extensas áreas en el Chaco central llegan a consolidarse.

La formación de suelos es más intensa en las planicies arcillosas – limosas (montes), originadas por material loésico retrabajado por desbordes de los ríos alóctonos cuaternarios. En áreas arenosas hacia el oeste y en la región central de paleocauces (campos) el desarrollo de suelos es muy reducidos. Hacia el este se genera una franja de lagunas dulces a salobres que señalan una clara relación con el paleodrenaje. Más hacia el este se forman riachos y palmares con un drenaje de aguas saladas surgentes de acuíferos salados, con la formación de algunas salobres e inundaciones estacionales. La sedimentación es siltítica-arcillosa y limosa, formando niveles impermeables y facilitando la evaporación en las estaciones secas.

En el borde oriental del Chaco se consolida el sistema del Río Paraguay mientras que desde el Pto. Colón hasta Asunción forma una faja fluvial bien definida, hacia Bahía Negra desborda fácilmente hacia el oeste, definiendo así una planicie de inundación periódica. Esta diferencia de fenómenos fluviales resulta en el desarrollo del bajo de San Pedro con un relleno paleozoico-mesozoico potente en la sección al sur y consecuentemente de una erosión mas fácil. Mientras que sobre la plataforma de Bahía Negra hacia el norte no evolucionó una secuencia sedimentaria importante, a causa de la cercanía del subcratón Río Apa al este. Consecuentemente los canales fluviales se establecieron más bien en forma esporádica, definiendo actualmente un canal permanente de poca profundidad, aprovechando las estructuras del subsuelo, permitiendo al mismo tiempo desbordes fáciles.

Sedimentos muy variados componen la reciente formación del Río Paraguay. En el canal del Río son observados conglomerados gruesos mal seleccionados. Se intercalan con horizontes esencialmente arenosos gruesos a finos, con niveles siltíficos (bancos aluviales, albordones y material de colmatación) en la región Pto. Sastre – Pto. Casado- Pto. Pinasco se observan capas carbonáticas al drenar calcáreos del Grupo Itapucumí. Formaciones de traventina masiva a esponjosa son comunes.

Hidrogeología

El factor limitante en el Chaco ha sido desde siempre el abastecimiento de agua potable. El recurso agua es un limitante en términos de cantidad y

calidad adecuadas para cualquier desarrollo agropecuario, industrial y para asentamientos humanos. Ello se debe a la relativa escasez de la oferta pluvial, la alta evaporación y a su distribución irregular.

Los arroyos en la parte oriental del Chaco llevan agua salada durante el estiaje. Igualmente, la mayoría de las lagunas son de agua salobre o salada.

El Río Paraguay y el Río Pilcomayo son los únicos cursos de agua perennes importantes de la región. En su parte oriental existen una serie de riachos menores que desembocan en el Río Paraguay. En el área central y occidental el sistema hidrográfico prácticamente no está desarrollado, solo hay algunos cauces temporarios, irregulares, que llevan agua luego de intensas lluvias.

El clima es semiárido hacia el oeste y subhúmedo hacia el este, con veranos lluviosos e inviernos secos. La precipitación media anual disminuye paulatinamente de 1.400 mm en el Río Paraguay a 500 mm en la frontera con Bolivia.

La precipitación media anual en el Chaco central es de 755,6 mm, con una concentración de las lluvias equivalente al 75% para el semestre más lluvioso y al 50% para el trimestre más húmedo. La temperatura es variada, llegando a 45°C en verano y menos de 0°C en invierno (promedio anual 25°C).

Además presentan restricciones al recurso hídrico la elevada salinidad de los acuíferos profundos y de la mayoría de los acuíferos freáticos. Bolsones de agua dulce en la capa freática permiten apenas una baja producción manifestándose el peligro de salinización por exceso de bombeo en invierno.

El establecimiento tradicional de agua potable en el Chaco central se maneja principalmente a través de agua superficial acumulada en lagunas naturales, tajamares pequeños, represas y aljibes. Estas reservas no son suficientes, especialmente en los años de pronunciada sequía. En la parte central y occidental, la mayoría de estos depósitos superficiales se terminan frecuentemente hacia fines de la estación seca.

En la región del Chaco seco (Chaco central – 140 m.s.n.m.) el agua subterránea es el recurso natural más importante para cualquier actividad de desarrollo. Ante la creciente demanda de agua subterránea, los acuíferos de esta región pueden ser considerados como relativamente bien investigados en cuanto a su contaminación por aguas servidas en áreas pobladas.

Los acuíferos de las regiones del Chaco húmedo (Chaco oriental) y de las planicies de inundaciones del Río Paraguay y del Río Pilcomayo (90 – 60 m.s.n.m.) revelan una elevada concentración de sales, considerándose el agua de lluvias como el principal recurso.

Tanto los acuíferos del Chaco seco, del Chaco húmedo y de las planicies de inundación, constituyen un solo sistema hidrogeológico e hidráulico,

diferenciados por la calidad de agua que contienen, regulada principalmente por las sedimentarias de infiltración y conservación.

Agua subterránea

Los sedimentos del cuaternario en el Chaco central presentan hemisferios freáticos (libres) en un nivel superior. Debido a la larga hidrostática y a la intercalación de capas extensas arcillosas y limosas, en niveles inferiores se observan acuíferos semi confinados a confinados. El ambiente deposicional cuaternario es de una planicie de piedemonte aluvial compleja, con desagües fluviales – lacustres deltáicos, acompañados por depósitos eólicos.

Resulta evidente que las interestratificaciones de sedimentos, causadas por taponamientos y cambios faciológicos, los cambios de cursos de los ríos, junto a los depósitos eólicos, originando cambios rápidos de facies sedimentarios y, como consecuencia de ello, las formas geométricas (laterales y verticales) de los acuíferos varían mucho, que se ven reflejados en los cambios bruscos de los tenores salinos, niveles y caudales de agua, dificultando las correlaciones e interpolaciones hidrogelógicas.

Acuíferos freáticos someros

Acuíferos freáticos se presentan hasta una profundidad máxima de 100 m en el oeste del Chaco central, profundidad que paulatinamente va disminuyendo hacia el este. Así en Mcal. Estigarribia se presentan hasta una profundidad de 30 m, en el área de Filadelfia hasta 5 m, y más al este hasta los 2 m, dando origen a los riachos y lagunas de la región.

Regionalmente el acuífero freático es salado, presentándose agua dulce en forma lenticular o en bolsones, de dimensiones restringidas e irregulares.

En un esquema de zonificación de los acuíferos freáticos del Chaco en el Chaco central corresponde a las zonas 2 y 3:

Zona 2: el acuífero freático se presenta en forma ocal, restringido a paleocauces estrechos y a cuerpos de agua superficial. Los paleocauces están constituidos por arena fina, a veces con una participación reducida de arena mediana. La potencia de estos acuíferos llega a 12 m, con caudales específicos medios de 2.500 litros/hora por metro de descenso.

Zona 3: El agua subterránea se presenta como acuífero freático en los paleocauces colmados. El ancho de los paleocauces varía de 50 m a 3000 m y están formados por arena fina, frecuentemente con una reducida proporción de limo. La arena limosa ocurre casi siempre en la superficie, con un espesor de 0.5 m a 5.0 m . La parte inferior es una arena fina de 5 m a 12 m de espesor y bien seleccionada. El espesor del acuífero freático varía de 2 m a 8 m, su nivel estático se encuentra a una profundidad de aproximadamente 12 m en la parte occidental y de 2 m en la parte oriental. El caudal específico medio de los pozos es de 1.800 litros/horas por metro de descenso.

Intercalaciones lenticulares de arcillas impermeables crean condiciones locales de confinamiento.

Acuíferos confinados / semi confinados profundos

Agua subterránea confinada o semi confinada se observa en diferentes niveles y profundidades en el Chaco central. En general ocurren por debajo de los 70 a 100 m al oeste y por debajo de los 3 a 5 m al este. Alcanzan espesores máximos de 25 a 45 m. El nivel piezométrico hacia el oeste se encuentra por debajo del nivel freático esta diferencia se hace paulatinamente menor hacia el este a invertirse, ocasionando un intercambio de los acuíferos confinados y freáticos.

Los acuíferos son constituidos por arena fina, a veces con una participación de arena mediana hacia el oeste. Separan lentes de limo y arcilla. Son frecuentes concreciones de carbonatos y yeso en limos y arcillas, causando su salinización.

La granulometría y permeabilidad es mayor hacia el oeste, con mantos arenosos más potentes. En la parte central (área Loma Plata) va cambiando hacia espesores y granulometría / permeabilidad disminuidos. Hacia el este predominan estratos de baja permeabilidad y sedimentos arcillosas.

La granulometría y permeabilidad es mayor hacia el oeste, con mantos arenosos más potentes. En la parte central (área Loma Plata) va cambiando hacia espesores y granulometría / permeabilidad disminuida. Hacia el este predominan estratos de baja permeabilidad y sedimentos arcillosos.

En el Chaco central la permeabilidad varía de 0,3 – 8 m/día y la transmisividad es de 50 – 100 m²/día.

La carga hidráulica de los acuíferos confinados indica una zona de carga en la franja subandina comprobada por análisis isotópicos. La recarga total anual sería de 2.460 mill m³; correspondiendo al río Pilcomayo un volumen de 860 Mill m³ y al Río Parapití un volumen de 800 mill m³; el remanente se distribuye en drenajes menores.

Los pozos de agua que explotan estos acuíferos presentan una capacidad específica del orden de 1.600 litros/hora por metro de descenso de manera que un pozo bien diseñado puede suministrar caudales superiores a los 35.000 litros/hora.

De los volúmenes explotables de agua subterránea en el Chaco central se deduce que el acuífero puede ser aprovechado para consumo humano y animal, pero no permite la extracción de caudales importantes. Así que , para un aprovechamiento de mayor envergadura queda la opción de la utilización de agua subterránea del acuífero semiconfinado / confinado que registra suficiente volumen , revelando variados grados de salinización.

Hidroquímica general

La cantidad química del agua subterránea es el factor limitante para su uso doméstico, ganadero, agrícola e industrial.

En el Chaco central predomina la presencia de agua subterránea salobre y salada. La salinidad se origina fundamentalmente por las condiciones de formación de esta agua: parámetros climáticos secos en desequilibrio, causando un exceso de evapotranspiración, originando condiciones salobres y concentraciones de elementos que generan minerales evaporíticos. La frecuencia de concentraciones yesíferas y carbonáticas demuestra el cuadro sedimentario. Hasta hoy día se caracteriza el Chaco central por unas precipitaciones de aproximadamente 800 mm/año, mientras que la evapotranspiración alcanza hasta 2000 mm/año. Este desequilibrio sumado a los parámetros de formación del agua subterránea, resulta en la composición hidroquímica del agua disponible. Es por ello que el factor fundamentalmente en el Chaco central no es la cantidad, sino la calidad del agua subterránea.

El agua subterránea salada somera y profunda (menor a 10.000 mg/l RS) es agua clorura sulfatada sódica, como así también el agua subterránea salobre (1.000 – 10.000 mg/l RS)

Al agua subterránea dulce (menor a 1.000 mg/l RS) de bolsones restringidos, que se presenta conjuntamente en ambiente de agua salobre / salada, es predominantemente del tipo bicarbonatada cálcica y magnésica.

La salinidad del agua subterránea en los acuíferos someros y profundos en el Chaco responde a nivel regional al clásico esquema de diferenciación desde agua carbonatada al oeste, pasando a agua sulfatada y culminando en agua clorurada al este, con predominancia catiónica de sodio:

$\text{HCO}_3^- \text{ (-) SO}_4 = \text{Cl}$

No obstante, ya que el régimen de ocurrencia y salinidad de agua subterránea es dominado principalmente por las condiciones sedimentarias de infiltración y conservación local, las características locales responden más bien a éstos parámetros, restringiéndose apenas regionalmente por el esquema clásico.

En un perfil desde el oeste aparecen diferentes niveles de aguas subterráneas con diferentes grados de salinización. Hacia el este, en cambio, hasta ahora se han encontrado solamente aguas subterráneas saladas. Mientras que en el oeste se trata de una salinización “antigua” que proviene de una época cuando el nivel de agua subterránea se hallaba en la zona de la evapotranspiración, hacia el este la evapotranspiración de las aguas subterráneas es todavía activa hoy, causando un enriquecimiento de sales recientemente.

Una zona de transición se caracteriza por el contacto de cuerpos de agua dulce, salobre y salada.

Una parte de la sal en las aguas subterráneas proviene probablemente de los sedimentos mismos, del agua de los drenajes, y de las precipitaciones que constantemente aportan, es decir transponen pequeñas cantidades de sal al sistema. Así la erosión eólica que surge en superficies secas por estiaje o inadecuadamente labradas, alza partículas salinas hacia la atmósfera, que luego precipitan en otros sitios cuando los vientos calman o como parte de las precipitaciones. Al comienzo de la época de lluvia se ha medido hasta 250 us/cm² en agua de precipitación en el Chaco central.

El complejo de la salinización (indicación)

Causas Naturales:

- Energía de relieve de poca importancia
- Permeabilidad baja
- Cantidad de precipitación considerable
- Tasa de evaporación alta

Consecuencias:

- Movimiento vertical de agua subterránea efluente horizontal
- Permanencia prolongada de agua subterránea en el subsuelo
- Alto índice de ingreso de sales al sistema
- Bajo índice de egreso de sales del sistema (descarga de agua subterránea lenta; ausencia de escurrimiento superficial)
- Nivel crítico de saturación alto
- Aumento de concentración de sales en el sistema (suelo y agua) a través del tiempo.

Factores estabilizantes:

- Permeabilidad vertical del suelo de poca importancia
- Vegetación densa (mantiene un nivel freático profundo)
- Riachos (drenaje de sales)

Influencias antropogénicas:

- Desmonte (disminución de la cobertura protectora de vegetación)
- Arado (aumento de la permeabilidad vertical del suelo)
- Embalsamiento de riachos y lagunas(ocasionalmente por la construcción de caminos)

Consecuencias de las influencias antropogénicas:

- Cese del descenso del nivel freático
- Infiltración aumentada
- Ascenso del nivel freático
- Aumento de la evapotranspiración de agua subterránea
- Aumento del contenido de sal en el agua subterránea
- Salinización de suelos
- Disminución del drenaje de sales
- Aumento del contenido total de sales en el sistema

Análisis comparativo de aguas

Una característica típica de la composición del agua en el Chaco central, permite indicar la composición química - bacteriológica, su aptitud para el consumo y la comparación con aguas fluviales del Río Paraguay.

Agua superficial

○ **Precipitaciones:**

En el Chaco central caen en un promedio 800 mm de lluvia al año. La composición del agua revela una cierta concentración hacia calcio, potasio y sodio, elementos que se originaron por adhesión de partículas en suspensión eólica. Es agua dulce, del tipo bicarbonatada cálcica y apta para todo uso.

○ **Tajamares:**

El agua acumulada en tajamares en el Chaco central es agua de precipitaciones que escurre por la superficie. El agua muestra un alto contenido de potasio, que se disuelve en el suelo y es concentrado en los tajamares. Lo mismo sucede con tenores algo elevados de calcio, magnesio y sodio, que reflejan una concentración relativa a causa de la lixiviación del suelo circundante. Así mismo, una inclinación hacia cloruros señala un lavado de elementos evaporíticos.

Es comprobado el contenido acentuado de fosfatos y nitratos, como así también el elevado número de gérmenes totales y coliformes. Los valores indican el alto grado de una extensa contaminación bacteriológica en los tajamares, que se origina de las heces humanas y animales. Esta contaminación representa un alto riesgo para la salud.

Es agua dulce, del tipo bicarbonatada cálcica – magnésica y apta para todo uso, previo tratamiento de la contaminación.

Agua subterránea

○ **Agua subterránea dulce (menor a 1000 mg/l Rs):**

Predominan aguas del tipo bicarbonatada cálcica – magnésica en las reservas lenticulares de agua dulce subterránea en el Chaco central. Estas reservas que han sido tradicionalmente de mayor consumo, van disminuyendo en los centros poblacionales, en relación a la demanda creciente.

El calcio es el catión predominante y viene siempre acompañado por elevados valores de magnesio (causantes de incrustaciones indeseadas en

cañerías de agua) Revela una cierta tendencia a concentraciones de cloruro y un incremento de sílice, a causa de la lixiviación, del acuífero arenoso fino.

Llama la atención de las aguas de aguas subterráneas que los contenidos de nitratos son elevados. También nitritos y amoníaco revelan valores pronunciados. Observando la concentración marcada de gérmenes totales y coliformes, que puntualmente alcanzan 6.716 / 100 ml de agua, se concluye una peligrosa contaminación de este único acuífero dulce en el Chaco central (principalmente en áreas de mayor concentración poblacional).

Tajamares de infiltración directa, letrinas y pozos negros serían la principal causante de esta fuente contaminación, en los centros poblacionales, causando un serio peligro para la salud.

El agua dulce subterránea es apta para todo uso, previo tratamiento minucioso de la contaminación.

- **Agua subterránea salobre (1000 – 10.000 mg / l RS)**

Predominan aguas del tipo bicarbonatada cálcica – magnésica a sulfatada – clorurada sódica. Representan la transición entre lentes de agua dulce y agua salada. En el Chaco central se acepta un volumen de producción estimado por pozo de 35.000 lt / hora de agua salobre. El agua es apta para el consumo animal, no así para el consumo humano o industrial.

El agua salobre es de composición variada. Generalmente predominan calcio y / o magnesio: paralelamente se acentúa la concentración de sodio, por el lavado de los sedimentos del acuífero. El agua se ablanda (reducción de incrustaciones en instalaciones de agua) y acumula igualmente mayores valores de sílice. El aumento de la salinidad es indicada por cierta acentuación de boro.

Excepto a concentraciones de nitratos, que reflejan un contacto con el agua dulce contaminada, no son observadas anomalías contaminantes. Principalmente microorganismos indicadores no sobreviven en el ambiente salobre.

- **Agua subterránea salada (10.000 – 60.000 mg /l):**

Agua subterránea del tipo sulfatada – clorurada sódica existente en abundancia en el área del Chaco central.

El catión dominante es el sodio. Acompañan valores menores de calcio y magnesio. Sulfatos y cloruros son aniones mayores; llegan a equilibrarse o intercambiarse y señalan una condición de agua combinada. Así, se registran valores de hasta 14.316 ppm $SO_4^{(-2)}$, que reflejan la conductividad eléctrica pronunciada hasta 46.000 ohms / cm y más. Igualmente los elevados valores de boro indican la relación a la alta salinidad, como así también la dureza indicada de hasta 5.900, acompañada por un pH relativamente bajo.

No se registran contaminaciones anómalas en las aguas subterráneas saladas.

La abundancia de agua salada queda demostrada en ensayos de bombeo realizados con caudales de hasta 35 m³/hora por pozo, sin que se manifieste un significativo descenso del nivel estático del acuífero. Las reservas son consideradas casi ilimitadas.

Suelos

Desde el punto de vista vial/constructivo, los suelos son principalmente xerosoles que corresponden a la tierra arcillosa, arcillo-laminosa hasta una profundidad de 0.80 m (valor promedio). Se encuentra una arcilla muy plástica de coloración gris oscura y marrón claro, con humedad próxima a su límite plástico desde el punto de vista geotécnico corresponde a los tipos de suelo A – 4 y A – 24 de clasificación T. B. R.. Desde los 0.80 m de profundidad hasta los 2.00 m aproximadamente, se presentan también suelos arcillosos con predominio del tipo A – 6; después de éste horizonte se encuentran los mismos suelos, pero con alto contenido de sales; estos suelos son de muy poca permeabilidad por lo que la infiltración de agua es muy reducida pero expuestos sus bordes al intemperismo es muy erosionable. Dado que estos suelos están compuestos de granos (arcilla), muy finos, éstos suelos aunque tienen un pH ácido, pocos elementos intercambiables y escasa materia orgánica, son muy fértiles, pero en ella no es posible implementarse una agricultura sostenible por la falta de agua.

Desde el punto de vista edafológico la presente descripción de los suelos fue realizada con el fin de dar a conocer las propiedades y morfologías más resaltantes de los mismos. Así dentro del área se han caracterizado los diversos tipos de suelos conforme a su presencia y potencialidad de uso.

Esta definición en términos de potencialidad, determina posteriormente los métodos más adecuados de manejo y conservación, de tal modo que a mediano o largo plazo se asegure un margen de productividad agropecuario-forestal adecuado, sobre una base de sostenibilidad duradera.

Dentro del área de influencia directa del proyecto se han caracterizado 3 unidades de suelos bien diferenciadas, cuyas principales características en términos pedológicos se definen a continuación:

Luvisoles

Se encuentran distribuidos principalmente hacia el centro del AID, ocupan aproximadamente entre el 65 y 70% del área. Son definidos como suelos con horizonte B árgico (arcilloso) con una gran capacidad de intercambio catiónico (CIC), con un alto porcentaje de saturación de bases (V% >50%) , y carecen de un horizonte mólico (gran acumulación de materia orgánica en los primeros centímetros de profundidad). Dentro de estos Luvisoles se encuentran clasificados los:

- **Luvisol háplico:** son LV que presentan un horizonte B árgico (arcilloso) con matiz de color (Munsell) de 7,5YR, careciendo de horizonte E álbico, cálcico, propiedades vérticas y férricas, gléicas o estágnicas, a una profundidad de 100 cm a partir de la superficie del suelo.

Cambisoles

Se presentan en asociación con los Luvisoles anteriormente citados. Dentro de estos Cambisoles se citan:

- **Cambisol eútrico:** son CM que presentan un horizonte A ócrico y un grado de saturación con $\text{NH}_4 \text{ OAc} > 50\%$, entre los primeros 50 cm de profundidad, no calcáreos, sin propiedades vérticas, con un horizonte B cámbico y color (Munsell) 7,5 YR a más, carecen de propiedades ferrálicas o gléicas hasta una profundidad de 100 cm a partir de la superficie del suelo.

Ambos tipos de suelos cubren aproximadamente el 5 % del AID.

Regosoles

Se encuentran ocupando los extremos principalmente de la traza, abarcando una superficie que en términos porcentuales alcanzan aprox. entre 30 a 35%. Estos suelos son altamente permeables arenosos y muy profundos.

- **Regosoles eútricos:** son franco arenoso a arena franca, sin estructura, muy profundos, Materia orgánica entre 2 – 4 %; pH 6,5 – 7,5, drenaje ligeramente excesivo (alta infiltración).

Ocupa aproximadamente el 3% del AID.

Solonetz

Son suelos que presentan muy fuerte desarrollo, imperfectamente a moderadamente drenados con perfiles A1, A2, B2, B3 C. Ocupan toda el área de la propiedad. Son definidos como suelos con horizonte B árgico (arcilloso) con una baja capacidad de intercambio catiónico (CIC), con un mediano porcentaje de saturación de bases ($V\% > 50\%$). Carecen de un horizonte móllico (mediana acumulación de materia orgánica en los primeros centímetros de profundidad). Dentro de estos Solonetz se encuentran clasificados los:

- **Solonetz Gleicos:** son SNg que presentan un horizonte B árgico (arcilloso) con matiz de color (Munsell) de 7,5YR, careciendo de horizonte E álbico, cálcico, propiedades vérticas y férricas, gléicas o estágnicas, a una profundidad de 100 cm a partir de la superficie del suelo.

- **Solonetz Háplicos:** son suelos franco arcillo limoso a arcilloso, de estructura fuerte, mediana y gruesa, mal drenaje, mediano contenido de Materia Orgánica, pH 6 – 8,5.

Medio Biológico

Desde el punto de vista biogeográfico, el Paraguay está comprendido por dos Dominios: el Amazónico y el Chaqueño. El Dominio Amazónico cubre la mayor parte de América del Sur. Desde el punto de vista de la flora, este Dominio se caracteriza por la riqueza de endemismos de especies.

El Dominio Chaqueño ocupa un área disyunta que tal vez estuvo unida en otras épocas geológicas, y que en Paraguay ocupa gran parte de su territorio nacional. Florísticamente, este Dominio es bastante homogéneo y lo caracteriza el predominio de especies Leguminosas mayormente árboles y arbustos, Caparidáceas y numerosos géneros de Cactáceas y Bromeliáceas. En cambio el Dominio Amazónico está compuesto principalmente por un bosque higrofito sub-tropical en el que predomina el bosque tipo Alto Paraná. También fue descrita como bosque húmedo templado cálido.

Las comunidades naturales que se observan en el área son: Turberas, Bosques en suelos saturados, Arroyos, Nacientes de agua, Bosques semicaducifolios altos, medios y bajos, Bosques en galería, Palmares, Esteros, Cerrados y Sabanas.

Comunidades naturales - Flora

El AID se caracteriza por la presencia de bosques semicaducifolios medios y bajos, denominados Mata Densa, Espartillares, Bañados, Palmares, Bosques ribereños y uso agropecuario.

Vegetación lacustre

Así mismo se observa la presencia de pequeñas lagunas formando esteros y bañados que en su mayoría se encuentran total o parcialmente cubiertos por especies de vegetación de gramíneas, además de otras especies monocotiledóneas como *Eichornia sp*, *Typha angustifolia* – totora; *Scirpus californicus* y *Cyperus giganteus*, *Plurupus speciosus* - camalote que cubren los espejos de agua. La vegetación dominante es la palustre y se encuentran formando pequeños bolsones, próximos a los cañadones. Estos bolsones ocupan las áreas más bajas y en ciertas épocas del año permanecen bajo agua.

Mata Densa

Las formaciones boscosas o mata densa contienen elementos propios del paisaje chaqueño como "mosaicos de sabanas higrófilas, pequeños y escasos palmares de caranda'y (*Copernicia alba*), bosques higrófilos de galería de *Calycophyllum multiflorum*, *Salix humboldtiana*, *Ruprechtia triflora* algarrobos

con *Prosopis sp* los cuales acompañan los cauces del riacho “Yacaré Norte y Sur”. Así mismo se observa formaciones boscosas con predominancia de quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), palo santo (*Bulnesia sarmientoi*), guayacan (*Caesalpinia paraguariensis*) quebracho colorado (*Schinopsis balansae*), y labón (*Tabebuia nodosa*), samuhú (*Chorisia speciosa*). Formando masas xerófitas se observa guaiguí pire (*Ruprechtia triflora*), asociados con karandilla y con viñal, especie rústica, agresiva no palatable (salvo las vainas) para los animales. Se observa también aromita (*Mimosa sp.*), espinillo (*Parkinsonia aculeata*), cactus (*Cereus stenogonus*), entre otros.

En base a la observación realizada, además de las especies mencionadas más arriba se han identificado otras que se presentan en el listado siguiente con sus respectivos nombres comunes, nombres científicos y familias:

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Calidad "A"		
1. palo santo	<i>Bulnesia sarmientoi</i>	Zygophyllaceae
Calidad "B"		
1. algarrobillo	<i>Prosopis sp</i>	Leguminosae
2. caranda	<i>P. kuntzei</i>	Leguminosae
3. coronillo	<i>Schinopsis quebracho-colorado</i>	Anacardiaceae
4. guaiguí pire	<i>Ruprechtia triflora</i>	Rubiaceae
5. guajaibi raí	<i>Patagonula sp.</i>	Boraginaceae
6. guayacán	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>	Leguminosae
7. jukeri	<i>A. polyphylla</i>	Leguminosae
8. kurupa y	<i>Piptadenia rigida</i>	Leguminosae
9. kurupa'y ra	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Leguminosae
10. labón	<i>Tabebuia nodosa</i>	Bignoniaceae
11. mistol	<i>iziphus mistol</i>	Rhamnaceae
12. palo blanco	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Rubiaceae
13. palo lanza	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	Ulmaceae
14. payagua naranja		
15. quebracho blanco	<i>Aspidosperma</i>	Apocynaceae
16. sandía y		
17. urunde y	<i>Astronium sp.</i>	
18. yvyra puku	<i>Salix humboldtiana</i>	Salicaceae

Campos – Espartillares.

Corresponden a las formaciones que ocupan los paleocauces secos. Caracterizados por una cubierta herbácea poco densa de gramíneas de hojas ásperas como el *Cynodn dactylon*. Estas áreas son sitios muy fértiles para el desarrollo agrícola pero son muy deficientes en cuanto a la retención de agua por el suelo. Generalmente en estos campos se observa la asociación de espartillo con el urunde'y.

Fauna

Todas las comunidades naturales arriba descritas representan hábitats esenciales para el desarrollo de una riquísima fauna. Según estudios elaborados se estima que en el Chaco existen un total de 900 a 1.000 especies de vertebrados, y varios miles de invertebrados. La fauna de los humedales, los cuales se encuentran más al sur oeste del inmueble, se caracterizan por su diversidad, especialmente de aves (tanto sedentarias como migratorias), dada la variedad de hábitats existentes. En los pequeños espejos de agua se observan bandadas de garza blanca (*Egretta sp.*). También algunos tuyuyús (*Mycteria americana*). Bandadas de tuyuyú cuartelero junto con caraus (*Aramus guarauna*) y chajás (*Chauna torquata*). Se observaron grupos de jacanas (*Janaca jacana*) tanto en charcos como en pastizales húmedos. Cigüeñuela o Tero real (*Himantopus melanurus*) a orillas de charcos o espejos de agua, al igual que el Tero (*Vanellus chilensis*), Cuello pico marfil (*Phimosus infuscatus*). Todas estas aves son características de los humedales y se alimentan de pequeños organismos. Algunas de estas especies viven en bandadas y junto con otras especies forman verdaderas comunidades de aves compartiendo el mismo hábitat.

Se ha observado la presencia de ñandúes (*Rhea americana*), en los campos naturales o espartillares. Así igualmente se han observado ejemplares de pájaro carpintero (*Colaptes campestris*), un ave fácil de ver en sabanas, el hornero (*Furnarius sp.*), federal (*Amblyramphus holosericeus*) solitario en pastizales de terreno inundado. En las proximidades de los tajamares o charcos de agua se ha observado ejemplares de martín pescador (*Ceryle torquata* y *C. amazona*), el pato de collar (*Callonetta leucophrys*) ocupando los pequeños espejos de agua, la viudita blanca (*Fluvicola pica*) la tijereta (*Tyrannus savana*), el Cardenal común (*Paroaria coronata*).

Ejemplares de aguilucho **Bursarellus nigricolis**, caracolero **Rosthramus sociabilis**, y águila negra **Buteogallus urubitinga**, Caracará **Poliborus plancus**, se observaron igualmente. Estas especies son representantes de la familia Accipitridae. Siendo aves de presa, son los eslabones terminales de la cadena ecológica de alimentos y unos buenos indicadores de la calidad del paisaje y del ambiente.

La cantidad y diversidad de especies de aves presentes en la región es mucho mayor que la descrita arriba, principalmente hacia el sur oeste, y hacia el Este. Muchas de las aves son migratorias, siendo la región un área de alimentación y anidación para las mismas. Existen grandes variedades de frutas y semillas, insectos, moluscos y cangrejos, y animales pequeños, que son fuente de alimentación para estas aves, según su tipo de alimentación.

Entre los reptiles mencionados que existen son tejú guasú (*Tupinambis teguisum*), yarará (*Bothrops neuwiedi*), tejú asayé (*Ameiva ameiva*), amberé (*Mabuya frenata*), ju í (*Hyla nana*), rana (*Leptodactylus ocellatus*), sapo (*Bufo paracnemis*), mencionaron pobladores que existe igualmente el kurijú (*Eunectes notocus*), ñacaminá jhú (*Clelia notocus*), el mboi chiní o cascavel *Crotalus terrificus*, yacaré negro, entre otros.

Los mamíferos, sin embargo, se observan en menor frecuencia debido a las actividades (caza indiscriminada y de subsistencia, destrucción de sus hábitats) del hombre en la región. Ante consultas realizadas y observaciones indirectas (huellas, deyecciones) se mencionan las especies más importantes y son el aguará (*Disiclon sp.*) guasu pyta (*Mazama americana*), el guasubira (*M. Guazoubira*), el carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*), mono aullador (*Alovatta caraya*), el kaí paraguay (*Cebus apelia*), kaguaré (*Tamandua tetradáctila*), el armadillo (*Dasyopus roveincinctus*), tirica (*Felis geoffrovi*), eirá (*Eira barbara*), jagupé (*Galictis cuja*), koatí (*Nasua nasua*), el aguará (*Cerdocyor brachyurus*), el tapití (*Sylvilagus brasiliensis*), tatú bolita, oso hormiguero (*Tamandus tamandua*), Yaguarundí (*Felis vagovarundi*). Se han observado huellas de león americano o puma (*Felis concolor*), mboreví (*Tapirus terrestris*), entre otros, en las proximidades a la Laguna Capitán en Isla Poí., los cuales son indicadores de su presencia en dichos sitios. Una especie que estaba en crítico peligro de extinción y hoy día lentamente va aumentando la población es el taguá (*Catagonus wagneri*).

Los cuerpos de agua como la laguna Curucau, Ganso, Capitán, Riacho Yacaré Sur, y entre esteros y pequeñas lagunas, poseen muy poca fauna íctica debido al alto índice de sales. Cuando las grandes lluvias arrastran y “lavan” estas lagunas, los peces penetran provenientes desde los ríos, arroyos y, en épocas de inundación, por los canales de comunicación entre los mismos. Entre las principales especies se mencionan el tare'yi (*Hoflias malabariensis*), y el *Pachyurus sp.*, la mojarrita (*Astianax fasciatus*), el yavevy i (*Potamotrygon sp.*), surubí, mandí í, entre otros.

En las épocas de maduración de los granos de los cultivos de maíz y sorgo principalmente, en las última décadas se ha producido una invasión de palomas y torcazas, causando en muchas fincas hasta la pérdida total de toda la cosecha, con la grave consecuencia económica que esto representa para el agricultor.

ANEXO 3

SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL CHACO CENTRAL

Medio Socioeconómico

Principales indicadores sociodemográficos.

La población total actual del distrito de Mcal. Estigarribia en base a proyecciones del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1.992 corresponde a 34.419 habitantes, equivalente a un 17,5% del total regional. Así mismo, del total mencionado el 51,4% son hombres y el 48,6% mujeres.

En el siguiente cuadro se presentan los porcentajes de población de este distrito por área y estrato de edad:

CUADRO N° -1
Porcentaje de población por área y grupos de edad, distrito de Mcal. Estigarribia

Distritos	Áreas	Grandes grupos de edad		
		0-14	15-64	65 y +
Mcal. Estigarribia	Total	39,1	58,2	2,7
	Urbana	34,0	64,5	1,5
	Rural	40,1	56,9	2,9
Fernhein	Total	33,8	61	5,2
	Urbana	32,6	60,7	6,6
	Rural	37,4	61,6	1,1
Neuland	Total	39,3	55,6	5,1
	Urbana			
	Rural	39,3	55,6	5,1
Menno	Total	35,8	62,2	2,0
	Urbana			
	Rural	35,8	62,2	2,0
Puerto Casado	Total	42,7	55,6	5,1
	Urbana	44,6	51,8	3,7
	Rural	41,3	55,4	3,3

FUENTE: Censo Nacional de Población y Vivienda, 1.992. D.G.E.E.C., Secretaria Técnica de Planificación.

En cuanto a los otros principales indicadores sociodemográficos se puede mencionar que la tasa de crecimiento anual de este distrito es de 2,82%, lo que está por encima de la tasa promedio nacional del 2,63% y mucho más de la regional del 1,17%. Así mismo, del total de habitantes de este distrito el 36% es menor a 15 años, frente al promedio departamental de 36,5%. El promedio de hijos por mujer es de 3,0 frente al 3,1 departamental.

Por último, cabe destacar que el distrito Mcal. Estigarribia cuenta con un total de 5.244 viviendas particulares con personas presentes, de las cuales se identificaron un 55,7% de viviendas con electricidad, 1,2% con agua corriente, y 8,3% con recolección de basura, mientras que el 49,5% utiliza leña o

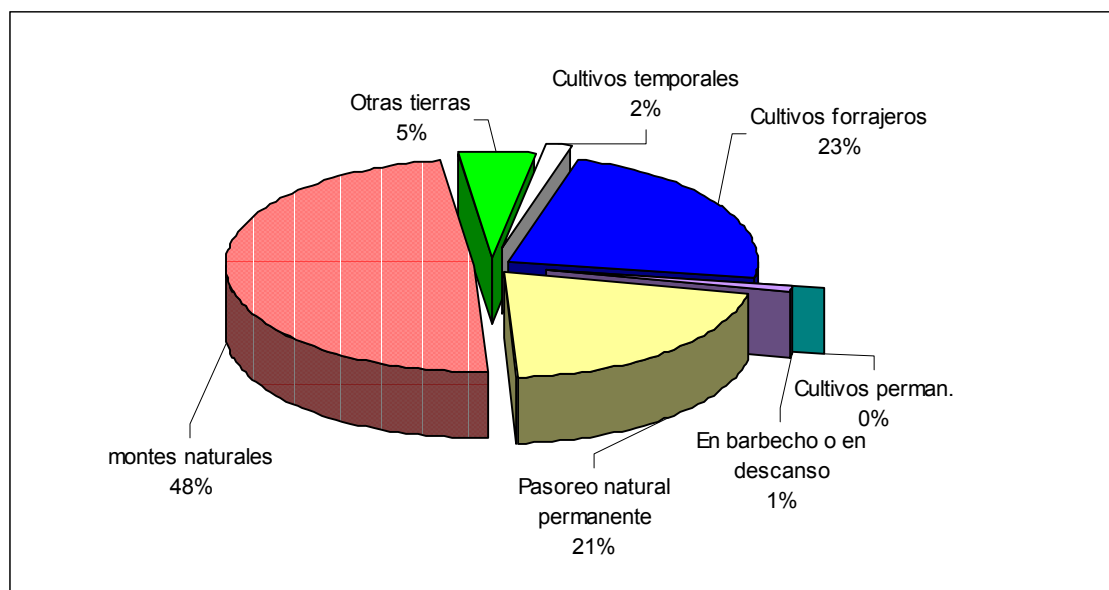
carbón, el 31,7% corresponde a viviendas con un cuarto, el 28,8% a viviendas con hacinamiento, y el 40,6% con baño moderno conectado a pozo ciego.

Tenencia y uso de la tierra

El total de explotaciones con tierras en el Departamento de Boquerón corresponde a 1.976 explotaciones equivalente a 1.929.246 há. de superficie, lo que a su vez representa el 8,1% del total país, y de las cuales el 85,32% son tierras propias con título definitivo, el 3,49% con título provisorio, el 8,6% son tierras alquiladas del fisco o particular, el 5,47% son tierras usadas como ocupante fiscal y el resto corresponde a otras formas de tenencia.

En cuanto al uso de la tierra, en el siguiente gráfico se presenta la distribución del uso en el departamento de Boquerón:

GRÁFICO N° -1
Porcentajes donde se representa la tenencia y el uso del suelo en el distrito de Mcal. Estigarribia.



Fuente: Censo Agropecuario Nacional, 1.991. MAG.

Actividades económicas

La tasa de actividad de la población de 12 años y más económicamente activa¹¹ en este distrito es de 65,7 para los hombres y 8,0 para las mujeres. Así mismo, el 48,7% de la población total se halla ocupada en el sector primario, el 16,5% en el sector secundario, y el 34,7% en el sector terciario, considerándose que el 46,3% se halla a su vez ocupado en labores agropecuarias.

En cuanto a la categoría ocupacional de la PEA en este distrito, podemos destacar que el 18,2% es empleado, el 53,6% es obrero o jornalero, el 9,8% es patrón o empleador, el 12,9% es trabajador independiente, el 1,9% es trabajador familiar no remunerado, y el 3,4% es empleado doméstico.

Así mismo, en lo que se refiere al sector agrícola, se identificaron los siguientes cultivos de importancia: algodón, maíz, maní, poroto, sandía, mandioca, calabaza, melón, y zapallo entre otros. Estos son mayormente de autoconsumo.

En cuanto a la producción pecuaria, la cual es la actividad principal de la zona, podemos indicar que en el departamento de Boquerón existe actualmente un total de 678.632 cabezas de vacunos lo que representa un aporte del 6,9% al total del país, 9.372 cabezas de equinos (2,6% de aporte al país), 14.509 de ovinos (3,6% de aporte al país), 6.124 de porcinos (0,3% de aporte), 18.870 de caprinos (15,2%) y unos 49.038 gallináceos (0,3%).

Educación

En lo que respecta a este sector podemos indicar que de la población total de este distrito el 20,5% es analfabeto, existe una asistencia escolar del 79,6%, y el 28,6% posee instrucción post-primaria. En el siguiente cuadro se presenta un listado de instituciones de enseñanza que se encuentran ubicada en este distrito:

CUADRO N° -2
Instituciones de enseñanza primaria, distrito de Mcal. Estigarribia.

NOMBRE	LOCALIDAD	ZONA
141 GENERAL DIAZ	MARISCAL ESTIGARRIBIA	URBANA
2827	VILLA CHOFERES DEL CHACO	RURAL
12560	CRUCE BOQUERON	RURAL
13213	CAPITAN JOEL ESTIGARRIBIA	URBANA
13306 R. DECOUD LARROSA	VILLA CHOFERES DEL CHACO	RURAL
13361	ESTANCIA REMONIA	RURAL
2911	SANTA MARTA	RURAL
3223 SANTA MARIA DEL	MARISCAL ESTIGARRIBIA	URBANA

¹¹ Números de personas económicamente activa por cada cien personas en edad de trabajar.

CHACO		
14058	AUSTRIA - I	RURAL
12504	CRUCE LOMA PLATA	RURAL

Fuente: Proyecto Mapa Escolar, 1.995. Ministerio de Educación y Culto, Secretaría Técnica de Planificación, D.G.E.E.C.

CUADRO N°-3
Instituciones de enseñanza media, distrito de Mcal. Estigarribia.

NOMBRE	LOCALIDAD	ZONA
COLEGIO M. ESTIGARRIBIA	MARISCAL ESTIGARRIBIA	URBANA
COLEGIO DR. PEDRO P. PEÑA	DR. PEDRO P. PEÑA	URBANA
COLEGIO LOMA PLATA	LOMA PLATA	RURAL
COLEGIO LOMA PLATA PARA TODO	PARA TODO	RURAL
COLEGIO LOMA PLATA - LOLITA	LOLITA	RURAL
COLEGIO DE LA COL. FERNHEIM	FILADELFIA	RURAL
LICEO SANTA MARIA DEL CHACO	MARISCAL ESTIGARRIBIA	URBANA
COLEGIO NEULAND	COLONIA NEULAND	RURAL
COLEGIO 1° DE MAYO	FILADELFIA	RURAL
LICEO NTRA. SRA. DE LA PAZ	VILLA CHOFERES DEL CHACO	RURAL
COLEGIO INDIGENA YALVE SANGA	YALVE SANGA	RURAL
SAN ROQUE G. DE SANTA CRUZ	MCAL. ESTIGARRIBIA	URBANA
LOS PRIMEROS COLONOS	LOMA PLATA	RURAL

Fuente: Proyecto Mapa Escolar, 1.995. Ministerio de Educación y Culto, Secretaría Técnica de Planificación, D.G.E.E.C.

CUADRO N°-4
Instituciones de enseñanza indígena, distrito de Mcal. Estigarribia.

NOMBRE	LOCALIDAD	ZONA
1157 PARROQ. SANTA TERESITA	MISION SANTA TERESITA	R
12234	KM 220	R
2486 ESC. GDA. PARC. NIVACLE	COLONIA 10 TSIVOIJOT	R
12680 ESC. GDA. PARC. NIVACLE	NASUC	R
12676	COLONIA JOTOICHA	R
12016 ESC. GDA. PARC. NIVACLE	COLONIA STAVOJCATR	R
12427 PARCIAL TABA MASKOY	COLONIA CASANILLO	R

NOMBRE	LOCALIDAD	ZONA
2485	LAGUNA NEGRA	R
1158 PRIV. SUBV. CESAREA	CESAREA	R
1159 PRIVADO SUBVENCIONADA	CAMPO ALEGRE	R
1244 "1° DE MAYO"	FILADELFIA	U
12381 PRIVADA SUBVENCIONADA	COLONIAS 9 Y 4	R
12369 PRIVADA SUBVENCIONADA	BETANIA	R
12370 PRIVAA SUBVENCIONADA	CAMPO NUEVO	R
12372 PRIVADA SUBVENCIONADA	JOPE	R
12373 PRIV. SUBV. SAMARIA	SAMARIA	R
12374 PRIV. SUBV. TIBERIA	TIBERIA	R
12375	YALVE SANGA	R
12377	BELEN	R
12378	SAVOY AMYIP	R
12382 PRIVADA SUBVENCIONADA	CAMPO ALEGRE- CNIA. 5 Y 6	R
12385 PRIVADA SUBVENCIONADA	SANDHORST	R
12386 PRIVADA SUBVENCIONADA	NICH'A TOJISH	R
12387 PRIVADA SUBVENCIONADA	TRINCHERA	R
12389 PRIVADA SUBVENCIONADA	COLONIA 1 - LA ESPERANZA	R
12390 PRIVADA SUBVENCIONADA	COLONIA 2 - LA ESPERANZA	R
12392 PRIVADA SUBVENCIONADA	COLONIA 1	R
12394 PRIVADA SUBVENCIONADA	PESEM PO'O	R
12396 PRIVADA SUBVENCIONADA	BARRIO OBRERO	R
12400 PRIVADA SUBVENCIONADA	FRIEDENSFELD	R
12401 PRIVADA SUBVENCIONADA	COLONIA 14	R
12402 PRIVADA SUBVENCIONADA	COLONIAS 5 Y 22	R
12403 PRIVADA SUBVENCIONADA	LAGUNA PORA	R
1248 JOSE FELIX	YALVE SANGA	R

NOMBRE	LOCALIDAD	ZONA
ESTIGARRIBIA		
12371 PRIVADA SUBVENCIONADA	GALILEA	R
12376	EFESO	R
12379 PRIVADA SUBVENCIONADA	COLONIAS 2 Y 3	R
12380 PRIVADA SUBVENCIONADA	COLONIA 7	R
12383	CAMPO LARGO	R
12384 PRIVADA SUBVENCIONADA	CAYIN O CLIM	R
12391 PRIVADA SUBVENCIONADA	COLONIA 3	R
12393 PRIVADA SUBVENCIONADA	TOBATI	R
12397 PRIVADA SUBVENCIONADA	NUEVA VIDA	R
12398 PRIVADA SUBVENCIONADA	BARRIO OBRERO	R
12399 PRIVADA SUBVENCIONADA	PAZ DEL CHACO	R
12404 PRIVADA SUBVENCIONADA	TOYISH	R
12503 PRIVADA SUBVENCIONADA	LAGUNA NEGRA	R
11534 ESC.GDA.PARC. NIVACLE	ESTANCIA LOMA PYTA	R
13537 PRIVADO SUBVENCIONADA	CAMPO LARGO	R
13538 PRIVADA SUBVENCIONADA	CAYIN O CLIM	R
13539 PRIVADA SUBVENCIONADA	PARA TODO	R
13540 PRIVADA SUBVENCIONADA	LAGUNA NEGRA	R
13541	POCTIM AMYIP	R
13467	COLONIA SANTA FE	R
2487 ESC. GDA. PARC. NIVACLE	YI'SHINACHAT	R
11535	NUEVA ESPERANZA	R
2939	LA ABUNDANCIA	R
12395	LOMA PLATA	R

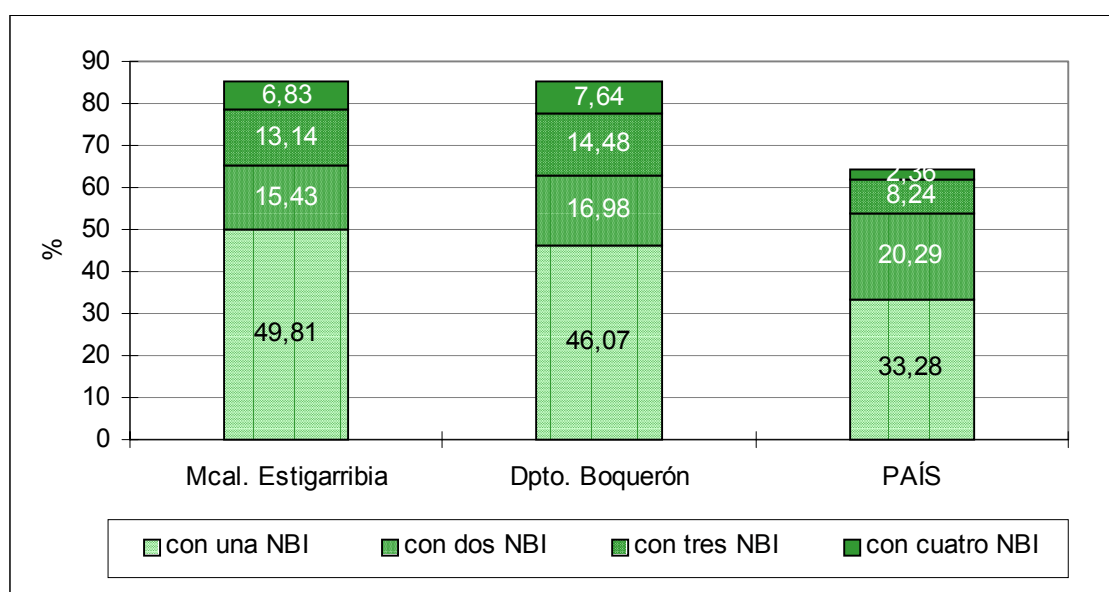
Fuente: Proyecto Mapa Escolar, 1.995. Ministerio de Educación y Culto, Secretaría Técnica de Planificación, D.G.E.E.C.

Necesidades básicas insatisfechas¹²

Del total de hogares con al menos una NBI por distrito, el distrito de Mcal. Estigarribia ocupa el puesto 191 en relación a 218 distritos del país, encontrándose así en el nivel III cuyo estrato aglutina a aquellos distritos que presentan niveles entre 79,16 – 89,27% de hogares con al menos una NBI.

En el siguiente gráfico se observa la situación de esta zona a nivel nacional y departamental en lo que se refiere a la cantidad de necesidades básicas insatisfechas:

GRÁFICO N° -2
Porcentajes de Hogares según cantidad de NBI en el distrito de Mcal. Estigarribia.



FUENTE: Necesidades Básicas Insatisfechas, ATLAS PARAGUAY, 1.995. D.G.E.E.C., S.T.P., Presidencia de la República.

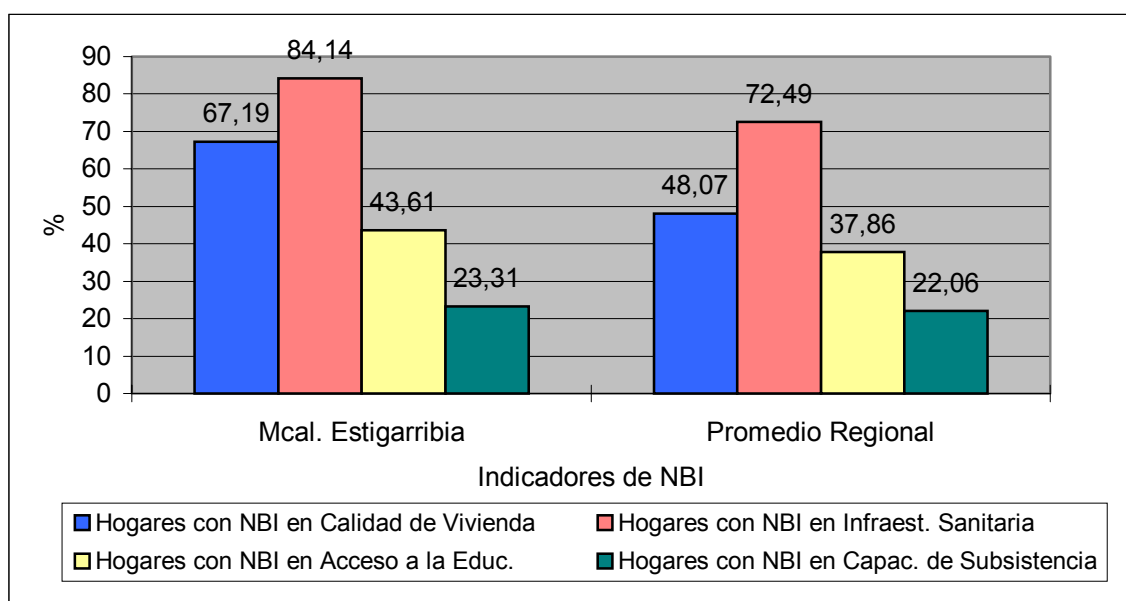
En el gráfico anterior se observa que este distrito posee peores condiciones de vida (85,21%) que el promedio departamental correspondiente a 85,17% de hogares con al menos una NBI. Así mismo se observa que esta zona se encuentra muy por debajo del promedio nacional de 64,18% de hogares con al menos una NBI, por lo cual podemos decir que los niveles de pobreza de la zona son relativamente preocupantes.

¹² Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) se definen como el conjunto de requerimientos de índole físico, psíquico o cultural, cuya satisfacción es condición necesaria al funcionamiento y desarrollo de los seres humanos de una sociedad determinada. Además de la serie de necesidades más elementales, relativas a la alimentación, el abrigo y la salud, existen otras cuya satisfacción está condicionada culturalmente por cada sociedad, dentro de lo que ella considera colectivamente como “condiciones dignas de vida” en cada etapa de su desarrollo.

Así mismo, como se observa en el gráfico anterior, podemos indicar que paralelamente este distrito exhibe proporciones de hogares afectados por la insatisfacción de dos, tres y cuatro necesidades básicas, que si bien en algunos casos es superior a las proporciones a nivel nacional, en la mayoría de los casos es inferior al promedio departamental salvo en el caso de hogares con una NBI.

Por último, cabe destacar que el distrito de Mcal. Estigarribia exhibe además porcentajes de hogares carenciados en cada una de los cuatro indicadores de NBI. Así como se demuestra en el siguiente gráfico:

GRÁFICO N° 3
Porcentaje de hogares según Indicadores de NBI, distrito Mcal. Estigarribia.



FUENTE: Necesidades Básicas Insatisfechas, ATLAS PARAGUAY, 1.995. D.G.E.E.C., S.T.P., Presidencia de la República.

Las Colonias Mennonitas

Conforme a los datos suministrados por las Autoridades de las Colonias Mennonitas se mencionan:

Colonia Menno y la Asociación Civil Chortitzer Komitee (ACChK)

El agente de desarrollo socioeconómico por excelencia del área de influencia, es la Colonia Menno, comunidad menonita, localizada en el Chaco Central del Paraguay fundada en el año 1927 por 1.257 menonitas canadienses, con el objetivo de vivir de acuerdo a su fe e idiosincrasia menonita y de colonizar el Chaco paraguayo.

De acuerdo a datos estadísticos del año 2000, la Colonia Menno cuenta con 9.146 personas que habitan en 102 aldeas. Loma Plata es el centro y sede principal de la comunidad. En cuanto a producción, la gran mayoría de los colonos se dedica principalmente a la ganadería produciendo leche y ganado bovino de carne en mayor proporción, dedicando también algunas zona a la producción agrícola, manteniendo un amplio espectro de servicios.

La Asociación Civil Chortitzer Komitee

Debido a factores idiosincrásicos de los colonos por un lado, y por el otro, a factores políticos y socioeconómicos, la Colonia Menno, desde los primeros años de la colonización, se ha empeñado en la creación de un sistema de servicios comunitarios. Para el efecto ha creado en el año 1936 una sociedad con personería jurídica. El estatuto de esta sociedad fue actualizado en el año 2000 bajo la denominación de “Asociación Civil Chortitzer Komitee”.

Departamentos de servicios de la ACChK.

La Asociación Civil Chortitzer Komitee tiene los siguientes departamentos de servicios:

Dpto. de Cuotas y Contribuciones

La ACChK es una asociación sin fines de lucro que cubre sus gastos corrientes e inversiones principalmente con cuotas y/o contribuciones ordinarias y extraordinarias de los asociados, cuyo monto, forma de pago y sistema de implementación resuelve la Asamblea General Ordinaria de Asociados. El Dpto. de Cuotas y Contribuciones es responsable por la recaudación de las finanzas y su transferencia a los distintos departamentos de servicio de acuerdo a un presupuesto anual aprobado por la asamblea general.

Los aportes fijos oscilan anualmente entre el 12% al 20% y las contribuciones relativas al ingreso económico del asociado constituyen entre el 80% al 88% del presupuesto anual. El 10% de las contribuciones se destina anualmente a construcciones e inversiones nuevas.

Dpto. de Salud

El Dpto. de Salud presta sus servicios en el Hospital Loma Plata y en los Centros de Salud en la sucursal Lolita y Paratodo. El Dpto. de Salud cuenta con 8 médicos y 30 personales médicos altamente especializados.

Para la formación del personal de enfermería cuenta con una Escuela de Enfermería en Loma Plata.

Tanto los Hospitales como la Escuela de Enfermería están bajo la supervisión del Ministerio de Salud Pública.

Clínicas dentales privadas prestan el servicio odontológico que aun no está cubierto por ninguna Ayuda Mutua.

Dpto. de Ayuda Mutua Médica (A M M)

La A M M cubre los costos de los servicios de salud que incluye consultas médicas, medicamentos, internación, terapia intensiva, intervenciones quirúrgicas menores y mayores, materiales, transplantes de órganos y otros. El asociado paga, en todos los casos, 30% del costo como su parte hasta la suma equivalente de 2,5 salarios mínimos al año; a partir de este monto, la A M M cubre el 100% de los costos.

La Ayuda mutua contra riesgos de tormentas, incendios y otras calamidades tiene su inicio en el Siglo XVIII en Prusia, norte de Alemania, fue llevado a Rusia, luego a Canadá y de ahí a Paraguay. Esta Ayuda Mutua resarce o cubre el 100% de los daños y perjuicios ocasionados por tormentas, incendios y otras calamidades de los bienes muebles e inmuebles asegurados.

Dpto. de Educación y Formación Profesional (EFP)

El Dpto. EFP está integrado por representantes de los tres pilares fundamentales de la Colonia Menno: Iglesia, Sociedad Cooperativa y Asociación Civil Chortitzer Komitee.

El Dpto. EFP cuenta con las siguientes secciones: Administración y Supervisión de las Escuelas Primarias y Escuela Especial con el Taller Protegido, Administración y Supervisión de los Colegios Secundarios, Comité de Educación Cooperativista y Formación Profesional del Nivel Terciario, Comité de Historia y Cultura Mennonita y Comité de Formación Musical. Cabe destacar también el hermoso Centro de Entrenamiento y Formación Profesional en Laguna Capitán con amplias aulas equipadas con modernos medios didácticos, dormitorios aclimatados y cocina a disposición de asociados y terceros.

La educación básica abarca desde el jardín de infantes en forma opcional y desde el preescolar hasta el noveno grado con obligatoriedad. En el nivel secundario se ofrece una formación diversificada, de acuerdo a la demanda del mercado de trabajo de mando medio. Se desarrollan los programas de estudio nacionales adecuados a la realidad local y complementados con programas específicos de la comunidad.

Las instituciones educativas están bajo la supervisión del Ministerio de Educación y Cultura del Paraguay.

Dpto. Social

El Dpto. Social, como institución de enlace y coordinación con la Iglesia, el Orden Público interno, el Dpto de Educación, el Sanatorio Psiquiátrico y empresas, presta servicios de orientación y de asistencia social a los asociados de la tercera edad, a los discapacitados, a huérfanos menores, niños, adolescentes y jóvenes desprotegidos y a cualquier persona que busca orientación.

Para brindarle a los ancianos un merecido y digno hogar, se cuenta con tres centros con hogares de ancianos. Estos están subdivididos en tres secciones: Una sección de casas con pequeños jardines para aquellas parejas o personas individuales que aun quieren y pueden manejarse independientemente; una sección con departamentos para parejas o personas individuales que aun pueden manejarse con cierta independencia, pero que necesitan determinada atención y cuidado; y un hogar de atención y cuidado constante para personas enfermas o aquejadas por múltiples problemas de edad.

Todos los discapacitados tienen la posibilidad de residir en hogares especiales bajo la protección de "padres de hogar". Con el trabajo en el Taller Protegido o en pequeñas granjas, con la organización de eventos culturales y actividades de entretenimiento y distracción se procura brindarles una vida plena y feliz.

Dpto. Interétnico

El Dpto. Interétnico brinda asesoramiento, ayuda económica y asistencia social a las diferentes etnias que viven en la Colonia Menno y sus alrededores. Fomenta la convivencia pacífica entre las diferentes culturas, donde cada una de ellas mezcle sus colores típicos al pluricultural y pintoresco cuadro demográfico.

La creación de fuentes de trabajo y las debidas garantías de servicios comunitarios, sobre todo en el área de salud, educación y asistencia a los ancianos son, entre otros, asuntos prioritarios del Dpto. Interétnico.

Dpto. de Comunicación Vial y otros

Los diferentes medios de comunicación, siendo factores imprescindibles de relacionamiento interpersonal, comercial y de desarrollo socioeconómico, siempre han sido desarrollados con mucho empeño, dejando aun bastante que mejorar.

La ACChK ha construido con el correr de los años una red interna de aproximadamente 20.00 Km. de caminos que va acrecentando cada año de acuerdo a la creación de nuevas fincas de producción. Con maquinarias propias y un presupuesto mínimo de 300 \$/km se mantiene dicha red vial. Además de los vehículos de la Sociedad Cooperativa, de la ACChK y los particulares de los asociados circulan de terceros numerosos vehículos de diferentes toneladas diariamente por los caminos de la Colonia Menno.

Sólo por el camino de acceso desde el Cruce Loma Plata a Loma Plata circulan diariamente unos 733 vehículos de diferentes clases y toneladas.

Las oficinas de correo y de radio y telecomunicación prestan sus servicios a los departamentos de la ACChK. y a las empresas de la Soc. Coop., así como también a particulares.

Dpto. de Orden y Seguridad Interna

La ACChK mantiene en cooperación con las Autoridades Nacionales un sistema de Orden y Seguridad Interna. Este dpto. organiza la expedición de documentos personales, registros de conducir, venta de chapas, entre otros. Además tiene a su cargo la señalización de los caminos, la organización de la dirección y regulación del tránsito de vehículos y la vigilancia de la seguridad en la comunidad. En casos de discordias o conflictos entre los pobladores cumple una función de mediación, buscando siempre en primer lugar un arreglo amistoso entre las partes.

Oficina de Catastro Interno

La Oficina de Catastro, además de llevar el registro de todas las propiedades y fincas de los asociados, tiene a su cargo la compra de propiedades y venta de títulos de usufructo a los asociados. Organiza mensuras judiciales y realiza el trabajo de campo, abriendo picadas para caminos, trazando alambrados comunales, haciendo loteamientos y gestionado planes de uso.

Oficina de Medio Ambiente

La Oficina de Medio Ambiente fomenta la concientización de la importancia de la preservación y el cuidado del medio ambiente, a través de seminarios sobre medio ambiente, la utilización sostenible y sustentable de los recursos naturales,

entre otros. El asesoramiento en la determinación de lugares y modos de clasificación y eliminación de basuras es uno de sus asuntos primordiales. Además hace estudios de impacto ambiental por diversos proyectos de desarrollo; fomenta proyectos de reforestación, de desalinización de lagunas saladas, la creación de parques y reservas naturales como el Parque Karanda'y con una superficie de 1.874 há., la Reserva Natural de Campo María con una superficie de 4.000 há., el Parque Yaragüí 246 há., la Laguna Bombacha con una superficie de 1.803 há., la Reserva Laguna Capitán con una superficie de 203 há., la Laguna Margarita con una superficie de 960 há. y la Reserva Natural en la Finca del Norte con una superficie de 9.634 há.

Instituciones intercoloniales

La ACChK es miembro de la Asociación de Colonias Mennonitas del Paraguay la cual tiene algunas instituciones intercoloniales como el Centro de Formación Profesional en la Colonia Menno, el Centro de Nutrición y Educación para el Hogar en la Colonia Neuland, el Instituto de Formación Docente y el Sanatorio Eirene en la Colonia Fernheim y la Central Mennonita y el Internado de Estudiantes en Asunción.

La Asociación Civil Chortitzer Komitee, la Asociación Civil Fernheim y la Asociación Civil Neuland mantienen juntas un amplio programa de asistencia vecinal tanto de asesoramiento como económico a las distintas etnias del Chaco Central.

Áreas adyacentes y de impacto sobre el proyecto

Toda la región situada al norte de la ruta TransChaco, es una región de gran desarrollo ganadero que desalija su producción por el trayecto en cuestión de este estudio, a través de la ruta que parte de Pto Casado y termina en la colonia.

Las estimaciones refieren de 300 mil hectáreas habilitadas en la región no registradas por la colonia. Este aspecto hace que la producción de ganado bovino de carne no referido en las estadísticas de este estudio, asuma valores similares a la producción registrada, ya que la carga animal estimada para la región es de 1Cb/há.

En anexo que acompaña se pueden observar datos actualizados correspondiente a los años 2.000 y 2.001 en lo que refiere a la producción, salud, educación, entre otros.

Comunidades Indígenas

Más de la mitad de la población regional la compone el contingente indígena donde priman parcialidades pertenecientes a Lenguas, Nivacle- Chulupí, Guaraní Nandeva y Guaryo-Angaité.

En el área de influencia del sistema vial Paraguay – Bolivia se encuentran unas 8 comunidades, identificadas con los asentamientos de Misión Teresita, Laguna Negra y Pycazú – Marité, fundamentalmente y algunos dispersos en la periferia urbana de Mariscal Estigarribia, Loma Plata y estancias.

A pesar de tener configurado el sitio de asentamiento, la posesión legal de las tierras y algunos servicios básicos (salud, educación, caminos), el desarrollo vial afectará sobremanera a las comunidades, fundamentalmente al ofrecer empleos, posibilidades de mejoramiento del nivel salarial y calificación profesional, como también facilidades de comunicación.

En la actualidad las comunidades en su totalidad son dependientes de los centros urbanos de servicios tanto para el aprovisionamiento en general (ropas, alimentos, recreación, educación, salud) como para la obtención de empleos estatales y ocasionales (chandas, jornaleros, peones).

Un factor importante de las distintas comunidades constituye la identidad cultural, el apego y la continuación de sus tradiciones y costumbres (idiomas, alimentación, artesanía) así como el respeto a los líderes naturales y modelos organizacionales y la relación hombre- naturaleza.

Asimismo, la disponibilidad de recursos humanos del nivel medio, como tractoristas, enfermeros, maestros, albañiles, choferes, aleros, así como artesanos y una población joven con ganas de incorporarse al mercado laboral, constituye un importante aporte en todos los aspectos para la sociedad regional.

Tanto esta falta de empleo actual así como la excesiva movilidad de la mano de obra, en el momento que las obras viales y la puesta en servicio de otros proyectos afectarán la estructuración de las actuales comunidades y la migración de sus miembros hacia otras latitudes.

Caracterización de los grupos etno - culturales

Guarayos:

En la actualidad autodenominados Guaraníes, según la clasificación étnica del Paraguay, Chiriguano. Con el propósito de diferenciarlos de otros grupos guaraníes, se los denomina también Guaraní Occidental, reconociendo su parentesco con los Guaraní Ñandéva. Su territorio actual es el centro – oeste del Chaco, en el entorno de las comunidades menonitas y las grandes explotaciones ganaderas, sitios de obtención del sustento familiar diario y potencial de asentamiento definitivo. Las comunidades más importantes están asentadas en Macharetti, Filadelfia, Santa Teresita y Pedro P. Peña.

La mayoría de los Guarayos se localizan en el Departamento de Boquerón, en las cercanías de Mariscal Estigarribia entre Santa Tersita y Macharetti.

Tapieté

La aparición étnica entre Guarayo y Tapieté, también llamados Ñandéva, no siempre es percibida adecuadamente por los externos. De hecho, en una misma localidad normalmente conviven Guarayos y Tapieté, con distinción de comunidades pero no separación radical.

El hecho de que cada comunidad desee ser conocida, identificada y llamada como Guaraní, sería otra dificultad no solo para el registro demográfico sino también para el desarrollo socio-comunitario. Por hoy, prefieren ser llamados Guaraní Ñandéva, admitiéndose localmente la apelación Tapieté.

La mayoría de las comunidades Tapieté se encuentra localizada en Boquerón, a pesar de que en su interior se dieron desplazamientos considerables (migración) en las últimas décadas, atribuibles a las reales posibilidades de asentamiento, sobrevivencia y subsistencia familiar.

En la actualidad se encuentran distribuidos entre Laguna Negra y Mcal. Estigarribia. Los Tapieté han sido siempre atraídos por los trabajos de changa en las cercanías de las colonias menonitas.

Los asentamientos y comunidades del entorno de Laguna Negra obedecen a una política de tierra que en principio debería beneficiar la autonomía y autosuficiencia económica hasta hoy en proceso de gestión y afianzamiento.

Guaraní Ñandéva

Metraux los denomina Tapieté aunque los nativos prefieren ser identificados como Ava (hombre). Gustan ser llamados Guaraní Ñandéva por considerarse hermanos con los criollos paraguayos que también hablan el idioma guaraní. En el ejército como en la población criolla del Chaco son identificados con la denominación Guazurangué, nombre del cacique principal durante la Guerra del Chaco, de mucho mérito en las operaciones militares.

Asentados en el oeste chaqueño, vecino de los Guarayos, en la actualidad la comunidad más importante se encuentra en Nueva Asunción, Colonia 5, Santa Teresita II y Loma.

Toba Maskoy

Dentro de la familia lingüística, éstos han querido distinguirse y se autodenominan desde hace décadas como Enenxet, existiendo en Boquerón un grupo reducido en las localidades de: Yalve Sanga Centro, Edental, Lindenau, Bergfeld, en el entorno de las comunidades menonitas.

Angaité

Los Angaité se concentran preferentemente en Pte. Hayes y en menor cuantía en Concepción y Boquerón, en este último en la localidad de Santo Domingo. El desplazamiento hacia Boquerón fue motivado por la sustancial reducción de las actividades en las empresas tanineras de la costa del río Paraguay, debiendo readaptarse a las familias – grupos. Como resultados de la dispersión, quienes antes pertenecían a los Angaité, ahora pasan por ser miembros de otra etnia o insertos en la población estanciera, deambulando, sin identidad y domicilio fijo.

Nivaclé

Nivaclé y Choroti fueron los últimos grupos que se incorporaron a la comunidad del Chaco Paraguayo. Las tradiciones orales dan testimonios de una rica vida económica, social y religiosa amparada por las actividades de pesca, caza y agricultura.

Su hábitat tradicional cubría el triángulo con base en el río Pilcomayo, su vértice en Mcal. Estigarribia, abarcando territorios muy extensos del Chaco Argentino, Chaco Paraguayo y Chaco Boliviano. Tradicionalmente se divide en varias grandes parcialidades y en algunos casos con serios problemas de límites. No obstante se pueden distinguir 52 comunidades, aunque organizativamente conformarían solamente 25, por la fusión práctica - convivencia de varios grupos. En la actualidad constituye una de las comunidades más numerosas.

Manjuy

Se presenta como la etnia menos numerosa del Paraguay, concentrada en su mayor proporción en Boquerón. Se encuentra conviviendo con los Nivaclé del Chaco Central (Chulupí) y es posible que muchos ya se identifiquen con los mismos en sus variadas manifestaciones.

La Misión Santa Rosa, a cargo de las Nuevas Tribus, sigue siendo la principal agrupación de Manjuy, si bien la mayoría de sus miembros se encuentran más frecuentemente dispersos para el desarrollo de la caza, la recolección y las changas por los establecimientos vecinos.

Ayoreos

Esta etnia ocupa amplias zonas del Chaco Paraguayo y del Chaco Boliviano, los Ayoreos civilizados han estado asociados a dos misiones religiosas, una a Las Nuevas Tribus (Campo Loro) y a la Colonia María Auxiliadora. Desde estos puntos se movilizan, ya sea para cubrir los antiguos sitios cazadores o, por tiempo más o menos prolongado, a las colonias mennonitas como trabajadores asalariados.

Los Ayoreos, identificados como Moros, en la actualidad conforman dos

grandes grupos: los Guidaigosode o misionalizados y los Totobiegosode o no misionalizados. El contacto formal con este grupo se dio en los años 60, conformándose con los mismos comunidades en el entorno de Filadelfia y Mcal. Estigarribia. Los asentamientos definidos constituyen: Qesuide o Jesudi y Campo Loro entre los pocos definidos hasta hoy.

Lenguas

Cuantitativamente, esta etnia constituye la más voluminosa en el Chaco paraguayo, concentrándose en el Bajo Chaco. No obstante, se registra un número importante en Boquerón especialmente en las comunidades del entorno de Mcal. Estigarribia, Filadelfia y Loma Plata.

La parcialidad indígena Pesempoo, se halla ubicada aproximadamente a unos 3 km del Centro de la Ciudad de Loma Plata, con población de 476 familias y 1.970 habitantes actualmente. Cuenta con superficie de terreno de 366 há.

Asistencia a Comunidades Indígenas

La Asociación de Servicios y Cooperación Indígena Menonita (ASCIM), presta servicios de cooperación y asistencia a unas 13.300 personas indígenas en el Chaco, que consiste en la provisión de tierras para la colonización, organización comunal y de servicios varios como educación y capacitación, programa de salud, asesoramiento en la producción agrícola, etc.. El programa de educación alcanza a unos 20.000 indígenas. El presupuesto de la ASCIM para el año 2.000 fue de 6.200 millones de Gs. cubierto en un 30% por el Gobierno Nacional, 5% con aportes de las comunidades indígenas del programa, 7% por organizaciones Mennonitas extranjeras, 38% por las comunidades menonitas del Paraguay y el 20% a través de ingresos varios.

ANEXO 4

POTENCIAL MINERO DEL CHACO PARAGUAYO

POTENCIAL MINERO DEL CHACO PARAGUAYO

1- ARCILLAS EXPANSIVAS

Procedimiento de fabricación

La arcilla expandida es un agregado liviano artificial que se obtiene sometiendo determinados tipos de suelos a la acción de altas temperaturas bien controladas, produciéndose una vesiculación o estructura alveolar por gasificación de los minerales dentro de la arcilla; el producto resultante es un agregado celular, poroso, de gran resistencia estructural, limpio y que pueden ser clasificado en granulometrías variables, de acuerdo a los usos previstos.

El proceso de fabricación comienza por la ubicación de los yacimientos de arcilla, material que es seleccionado mediante equipos de uso común en movimientos de suelos, topadoras, palas de arrastre, etc., separándolo de todo elemento extraño a la formación arcillosa (destape vegetal, suelo calcáreo, toscas, conchillas, etc.). Los suelos utilizados en el proceso son precisamente aquellos que presentan inconvenientes para su empleo en sub rasantes naturales, ya que sus plasticidades no son nunca inferiores a 25 (en general 35 a 50). El suelo que se usa en la fabricación del material expandido es una arcilla con un alto índice de plasticidad.

Sus características son relativamente variables y los ensayos realizados sobre una muestra representativa arrojan los siguientes valores:

Pasa tamiz 200.....	88%
Limite líquido.....	69%
Límite plástico.....	32%
Indice de plasticidad.....	37%
Límite de contracción.....	16%

Desde el punto de vista químico deben cumplir ciertas relaciones con sus componentes; según estudios realizados en Checoslovaquia y Rusia la composición óptima sería la siguiente:

Por lo menos 6% de $Fe_2 O_3$

La relación $SiO_2: Al_2O_3 = 3.5$

$CaO + MgO$ no debe exceder de 15%

Los componentes combustibles deben representar un 18%

El único valor que puede modificarse en el proceso de fabricación industrial de manera simple y económica, es la cantidad de componentes combustibles.

La materia prima transportada en camiones desde la cantera se carga en cantidades regulares sobre un sistema de cintas transportadoras que alimentan un depósito de reserva que es al mismo tiempo el lugar donde se humidifica; allí se la preserva de un excesivo secado al aire o de la acción de la lluvia, ya que la humedad al comienzo del proceso debe ser ligeramente superior a la óptima de compactación (humedad que en la mayoría de los casos es aproximada a la que trae del yacimiento). Cuando se combinan dos arcillas distintas, mediante un sistema de cangilones pasan a una mezcladora rotativa donde se las lleva a condiciones de humedad adecuadas.

La pasta es forzada seguidamente a pasar por un sistema de cribas (de acuerdo a algunos procedimientos) o por un cortador a tornillo sinfín. En este último caso, la materia prima pasa a continuación por una prensa que termina en aberturas circulares de unos 17 mm de diámetro, haciendo salir rollos de arcilla que son cortados por un mecanismo rotativo en pequeñas piezas cilíndricas; de diámetro igual a la altura.

Las piezas de arcilla así obtenidas caen en un tambor de alrededor de 1 m de diámetro y 3 m de longitud donde los pequeños rollos son redondeados y recubiertos por una fina capa de polvo refractario que impide que se adhieran unos a otros. La capa de refractario sirve igualmente de protección de las partículas cuando entran en la zona de calcinación del horno, donde por la elevada temperatura se plastifican.

Por cinta transportadora, los gránulos redondeados y revestidos son llevados directamente a un horno rotativo, similar a los hornos horizontales de la fabricación de cal, de unos 40 - 60 metros de longitud y 2 — 3 metros de diámetro, con una inclinación de unos 3 grados; su velocidad puede variarse entre 0,5 y 1,5 vueltas por minuto; manteniendo una temperatura de 400 grados centígrados en un extremo y 1200 grados centígrados en el otro. El rendimiento del horno puede variarse dentro de ciertos límites cambiando su velocidad y prolongando la zona de calcinación.

En su descenso a través del horno el material sufre un proceso de semifusión y vitrificación con expansión interna de los gases producidos y del aire contenido en la pasta; una vez calcinado sale del horno por un conducto de descarga refrigerado con agua y aire de la atmósfera introducido en la instalación, donde se interrumpe el proceso bruscamente, confiriendo una estructura porosa y vesicular. Por cinta transportadora pasa a las zarandas de clasificación y de ahí a los silos donde se lo entrega en varios tamaños característicos.

El material se expande alrededor de un 40% con lo que la partícula más gruesa tiene un diámetro aproximado de alrededor de 2 cm.

La densidad suelta oscila entre 400 y 600 Kg/m³ y su posibilidad de variarla discrecionalmente es la que permite obtener resistencias de acuerdo a las necesidades, para mayores resistencias el proceso de preparación de la materia prima no es tan minucioso como el descrito, hecho que juega en favor de su eventual uso en obras viales. Se han llegado a obtener densidades de 800 Kg/m³.

El ciclo de producción dura aproximadamente 3 horas, con un personal total, para la

atención de la planta de 8 obreros.

Muestras estudiadas

De un total de 22 muestras de la región del Chaco, se seleccionaron 12 (doce) y que registraron características que pueden ser aprovechadas para la elaboración de "arcillas expandidas" como agregado mineral en concretos asfálticos u otros usos viales. (Ver Mapa de ubicación).

Todas las muestras fueron sometidas a ensayos granulométricos, análisis químicos y ensayos físicos para determinar en un caso el porcentaje de material pelítico y por otro contenidos en Fe_2O_3 ; relación Si_2/Al_2O_3 y sumatoria de CaO y MgO. Los ensayos físicos ejecutados fueron los siguientes: Límite Líquido (L.L.), Límite Plástico (L.P.), Índice de Plasticidad (I.P.) y Límite de Contracción (L.C.).

El material pelítico fué estudiado mediante difracción de rayos X, muestras naturales, y en algunos casos calcinadas y glicoladas.

Determinaciones mineralógicas

Todas las muestras seleccionadas revelan al ser investigadas mediante difracción de rayos X, la presencia, en la fracción pelítica, de arcillas del tipo montmorillonita, illita y escasa caolinita, además de cuarzo, feldespato y eventualmente calcita y yeso.

Resumen

Tal como se puede observar En la Tablas I, II y III y como se desprende de las determinaciones mineralógicas, las 12 muestras seleccionadas serían en principio factibles de ser utilizadas en la elaboración de agregados livianos (arcillas expandidas), tanto para uso vial como para otros usos en la industria de la construcción.

En el caso de proseguir el interés en la utilización de los materiales limo-arcillosos:, se deberán realizar determinaciones y ensayos de muestras de mayor volumen, además de estudios tecnológicos como por ejemplo: calcinación, ensayos de compactación y mezclas con asfaltos, etc.

A continuación se detallan los resultados de los análisis realizados sobre las arcillas estudiadas. Los cuadros I, II y III corresponden a muestras analizadas en la Universidad de La Plata Rca. Argentina. El cuadro I, contiene los resultados de los análisis efectuados en el Instituto Nacional de Tecnología y Normalización, Paraguay.

Ensayos físicos

Tabla I

Muestra	L.L. %	L.P. %	I.P. %	L.C.%
P.A.1	66	25	34	18
P.A.7	65	30	37	18
A.7.A	72	32	36	18
P.A.(21a)	69	32	34	19
P.A.18	68	32	33	18
P.A.21	70	31	35	18
P.A.24	69	32	34	18
P.A.14	64	31	33	18
P.A.19	66	29	35	19
P.A.17	71	30	34	18
P.A.20	68	32	37	18
HOR-C	63	30	34	18

Ensayo granulométrico

Tabla II

Muestra	% Fracción Arena Fina	% Fracción Arcillosa	Limo
P.A.1	22.5	77.5	
P.A.7	21	79	
A.7.A	20	80	
P.A.(21a)	23	77	
P.A.18	24	74	
P.A.21	21.5	78.5	
P.A.24	19.5	80.5	
P.A.14	19	81	
P.A.19	21	79	
P.A.17	18.5	81.5	
P.A.20	21.5	79.5	
HOR-C	21.5	79.5	

Determinaciones químicas

Tabla III

Parámetros	Muestras		
	P.A.1	P.A.7	A.7.A
Pérdida a 900°C	9.7	10.1	9.9
Sílice (SiO ₂) %	58.8	57.3	57.7
Al ₂ O ₃ %	15.2	14.6	14.8
Fe ₂ O ₃ %	6.4	7.8	7.7
CaO %	2.8	3.1	2.1
MgO %	3.4	2.7	2.95

Parámetros	Muestras			
	P.A (21a)	P.A.18	P.A.21	P.A.24
Pérdida a 900°C	11.1	9.8	12.3	8.95
Sílice (SiO ₂) %	57.3	58.8	59.3	59.8
Al ₂ O ₃ %	14.2	15.6	16.35	17.4
Fe ₂ O ₃ %	6.8	7.9	6.7	9.2
CaO %	2.7	2.4	3.2	3.1
MgO %	3.1	2.9	3.4	2.6

Parámetros	Muestras				
	P.A.14	P.A.19	P.A.17	P.A.20	HOR.C
Pérdida a 900°C	9.1	8.7	9.1	10.1	10.2
Sílice (SiO ₂) %	58.15	57.5	59.3	61.1	60.4
Al ₂ O ₃ %	14.1	14.1	16.2	17.5	14.8
Fe ₂ O ₃ %	6.7	8.15	7.7	8.6	7.4
CaO %	3.1	2.8	2.9	2.1	2.4
MgO %	2.15	2.8	2.1	2.9	2.85

2- Gas Natural.

Datos del Pozo Independencia I

Seguidamente se dan datos del mencionado Pozo:

Ubicación: el Noroeste del Chaco paraguayo, departamento de Boquerón, sus coordenadas geográficas son las siguientes:

20°09'20" S
61°46'24" W

Perforación: Fue realizado en 8 5/8" en toda la extensión con el sistema rotativo.

Entubado de producción: Con caños sin costura de extremos roscados de 2 7/8" tipo tubing en toda su extensión.

Profundidad: 606m.

Cementado: Los espacios anulares entre las paredes del pozo, el caño camisa y el tubo de producción se encuentran totalmente cementados, para evitar la fuga de gas.

Baleo: A partir de los 589m. para abajo el pozo fue baleado con 90 cargas huecas que perforaron el tubo de producción y el cemento, para permitir la salida del gas hasta la superficie.

Fecha de terminación: 04/09/93

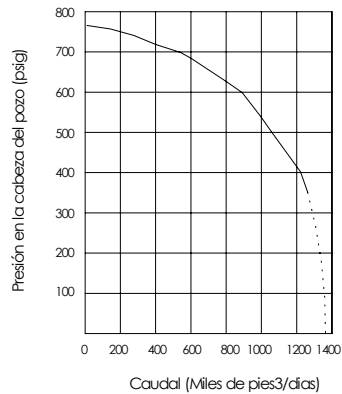
Caudal máximo medio: 1.250.000 pies³/día.

Presión con el caudal máximo: 350psig.

Presión con la válvula de salida cerrada: 770psig.

Reserva probable: 10 billones de pies³ en condiciones standard, según una evaluación realizada por la empresa Gas Corporation of América, de Wichita Fall, USA.

La siguiente figura muestra la curva de producción de gas en función a la presión que se mantiene en la cabeza del pozo (presión dentro del tubo de producción por debajo de la válvula de salida).



Medidor utilizado: Tipo diafragma.
 Diámetro del tubo. 2”
 Diámetro del orificio del diafragma: 1 ¼”
 Fecha de medición: 07/01/94
 Fuente: Sr. Primo F. Cano Martínez.

En los cuadros siguientes se tienen los datos del análisis del gas obtenido en el Pozo Independencia I.

Composición del gas del pozo Independencia

Componente	Mol %	GPM a 14.65 PSIA
Dióxido de carbono (CO2)	0.080	0.000
Oxígeno (O2)	0.026	0.000
Nitrógeno (N2)	3.055	0.000
Metano (C1)	93.480	0.000
Etano (C2)	1.738	0.463
Propano (C3)	0.470	0.129
Iso - butano (iC4)	0.179	0.058
n - butano (nC4)	0.226	0.071
iso - pentano (iC5)	0.102	0.037
n - pentano (nC5)	0.097	0.035
Hexano mas (C5)	0.546	0.224

Laboratorio: Tri State Measurement inc. Palestine Texas, USA.

Fecha de muestra: 30/10/93
 Presión: 800PSIG
 Temperatura: 100°F
 Fuente: Sr. Primo F. Cano Martínez

Propiedades del gas del pozo Independencia

Propiedad	Cantidad	Unidad
Peso Molecular	17.48	-
Indice de Wobbe	1.305	Btu/ft3
Poder calorífico ideal a 14,65PSI y 60°F	1030.65	Btu/ft3 (seco)
	1012.72	Btu/ft3 (saturado)
Poder calorífico real a 14,65PSI y 60°F	1032.87	Btu/ft3 (seco)
	1014.89	Btu/ft3 (saturado)
Densidad relativa	0.603	Ideal
Compresibilidad (a14.65 PSA, 60°F)	0.604	Real
	0.9979	-
Compuestos de azufre	0	PPM

Laboratorio: Tri State Measurement inc. Palestine Texas, USA.

Fecha de muestra:

30/10/93

Presión: 800PSIG

Temperatura: 100°F

Fuente: Sr. Primo F. Cano Martínez

Se debe mencionar que los datos disponibles del Pozo Independencia I indican una reserva de 10 billones de pies cúbicos en condiciones standard (10.000 millones teniendo en cuenta que 1 billón = 1.000 millones en los E.E.U.U)

Esta estimación preliminar está siendo confirmada con la perforación del pozo Independencia II ubicado a 800m. de distancia según una recomendación de la empresa Gas Corporation of América que realizó la perforación del pozo.

El reporte de la sitada empresa también ha sugerido instalar un medidor en el Independencia I y dejar escapar el gas a la atmósfera por un periodo mínimo de 10 días, a un caudal de 750.000Mcf/día y medir la presión en el transcurso de ese tiempo y al final del mismo.

Esta prueba no fue realizada, sin embargo, el gas natural ha sido utilizado desde 1.993 para la generación de energía eléctrica, uso doméstico y más recientemente en la perforación del pozo Independencia II, para el accionamiento de un motor a gas de 1.200HP.

Durante este tiempo el volumen de gas extraído ya ha superado ampliamente al que habría sido liberado en los diez días recomendados. Se debe enfatizar que la presión del pozo se ha mantenido constante en este tiempo, hecho que es muy alentador.

Con la culminación del pozo Independencia II, en cuya perforación ya se ha detectado la presencia de gas, se tendrá mayor seguridad para cualquier inversión.

Como se puede notar la cantidad requerida por la planta de fertilizantes es mucho mayor a la producida por el pozo de Independencia I, sin embargo es deseable que se tenga presente la existencia del gas natural en el país y que se cuantifique la reserva a corto plazo, para viabilizar cualquier inversión para la explotación.

Sin embargo; según conversaciones efectuadas con el FPMT; el proveedor mas factible es Bolivia, através de un gasoducto que atraviese el Chaco paraguayo y empalme con el gasoducto de Vuelta Grande.

Según los documentos existentes, se puede expresar cuanto sigue sobre el proyecto de gasoducto Paraguayo – Boliviano.

La república de Bolivia cuenta con un extraordinario potencial de gas (reservas superiores al petróleo inclusive), cuya capacidad instaladas en oleoductos se aprovecha solamente en un 28%, la red de gasoducto en un 59% (incluyendo la exportación de gas natural al exterior) y la red de poliductos en un 78%.

La reserva remanente de gas natural probada en este país es de 5.35×10^{12} pies cúbicos, de la cual en la Cuenca Subandina (fuente de suministro posible) es de 4.93×10^{12} pies cúbicos. Al retorno de la producción actual, se dispone para 61 años. Un alto porcentaje de la producción es exportado a la República Argentina con 217.09 MMCPD (48,3%). El uso del gas natural en todas sus formas en el mercado interno es de apenas 7.5%. El volumen estimado a transportar para el Paraguay es de 60.7 MMCPD.

De acuerdo a Yacimientos petrolíferos Fiscales Bolivianos la composición promedio de campo Vuelta Grande es la siguiente:

Composición del gas natural boliviano

Componentes	Porcentaje por volumen
Metano (C1)	88.2
Etano (C2)	9.01
Propano (C3)	0.8
i + n butano	0.08
i – Pentano	0.01
Impurezas	
Nitrógeno	1.82
CO2	0.08
Sulfuro total	bajo ppm
Poder calorífico inferior	1.118 BTU/pie3

Fuente: Yacimientos Petrolíferos Fiscale Bolivianos

3- Yacimientos de Yeso estudiados en la región.

Yacimiento de Choferes del Chaco, exploración de la zona alta área P - 8

La zona alta se extiende al Oeste del río Lagerenza dentro de los límites de la 8va División de Infantería.

Se desarrolló un programa de exploración de yeso en la zona alta para localizar áreas mineralizadas que no estén sujetas a inundación y que puedan ser explotadas en los periodos de lluvia, incluso.

Los trabajos se realizan en dos etapas, una etapa de control, cuyo resultado confirmó la presencia de yeso en diez áreas ya localizadas en el programa de prospección.

En una de las diez áreas (pozo n° 8) se realizó un programa de perforaciones a semi – detalle para una evaluación preliminar.

El área P – 8, presenta dos horizontes mineralizados con yeso que va del 15 al 76 %, además presenta condiciones topográficas y geológicas muy interesantes para su evaluación total.

Se recomienda la prosecución del programa de perforación hasta la evaluación total del área P – 8, así como de toda el área de interés.

Canteras De Roca Caliza De Los Cerros Galván Y Ñandú

Los Cerros Galván y Nandú son afloramientos de piedra caliza ubicados aproximadamente a doscientos kilómetros al Noreste de Pozo Colorado, en el Chaco Paraguayo, por camino de tierra que no se encuentra siempre en condiciones de tránsito vehicular en todo su trayecto (ver mapa de ubicación).

Por ser una opción como material de cantera para la industria para bases o sub bases hemos preparado el siguiente material:

Propiedades físicas y mecánicas

Las rocas analizadas resultaron ser calcáreas de naturaleza sedimentaria, con bajo grado de dureza. En estado natural, su coloración varía, en su mayor parte, del blanco-grisáceo al pardo-grisáceo, con algunas inserciones de calcita de color blanco lácteo; este último localizado en cerro "Ñandú".

Son abrasivas al tacto, pero no son cáusticas.

Presentaron características solubles. Esto se confirma al observar el estado de erosión en que se encuentran ambos cerros.

Tienen una densidad de 2.4 a 2.6 ton/m³.

Son malos conductores del calor y del sonido.

No poseen plasticidad alguna.

Las rocas calcáreas analizadas presentaron como características interesantes su divisibilidad y condiciones de maleabilidad. En cuanto a la divisibilidad, la piedra caliza no ofrece problemas. Puede llevarse la fragmentación del material por medios mecánicos hasta el grado de división requerido para la construcción de caminos.

Las propiedades químicas se incluyen a continuación.

Composición química de las muestras extraídas de los cerros Galván y Ñandú

Caliza de cerro "Ñandú" (promedio de 4 muestras)

Componentes	%
Sílice total (SiO ₂)	1.94
Oxido férrico (Fe ₂ O ₃)	0.14
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	0.08
Oxido de calcio (CaO)(Cal Viva)	54.6
Oxido de magnesio (MgO)	0.016
Pérdida de calcinación (a 1000°C)	42.96
Carbonato de calcio (CaO)	97.5
Carbonato de magnesio (Co ₃ Mg)	0.034

Caliza de "cerro Galván"

Componentes

Muestra No 6

Oxido de calcio (CaO) (Cal Viva)	54.85
Oxido de magnesio (MgO)	0.26
Pérdida de calcinación (a 1000°C)	43.26
Carbonato de calcio (CaO)	97.90
Carbonato de magnesio (Co ₃ Mg)	0.054

Muestra No. 9

Oxido de calcio (CaO) (Cal Viva)	53.8
Oxido de magnesio (MgO)	0.42

Pérdida de calcinación (a 1000°C)	42.79
Carbonato de calcio (CaO)	96.07
Carbonato de magnesio (CosMg)	0.88

Muestra No. 12

Oxido de calcio (CaO) (Cal Viva)	54.63
Oxido de magnesio (MgO)	0.19
Pérdida de calcinación (a 1000°C)	43.18
Carbonato de calcio (CaO)	97.55
Carbonato de magnesio (Co3Mg)	0.40

Las muestras intermedias no fueron consideradas en la clasificación geológica para los análisis, por tratarse de muestras muy similares. Aunque el contenido de magnesio es mayor (en detrimento a la calidad), los resultados también fueron óptimos por su elevado contenido de carbonato de calcio (97.94% en la muestra No 6).

Es de señalar que en la inspección de ambos cerros y en la posterior clasificación de muestras no fueron localizados fragmentos que hubieran detectado la presencia de otros tipos de rocas.

Estimación de volumen

Los afloramientos de los cerros Galván y Ñandú (Chaco Paraguayo), no son canteras en explotación. Según estimaciones, disponen de más de 50.000.000 de m³ de roca (Galván: 40.000.000 m³ y Ñandú 13.000.000 m³). En caso de ser explotadas, deberán realizarse previamente la evaluación de la calidad y cantidad del material, en base a perforaciones rotativas del diámetro Nx con extracción de testigos.

Se deberá seleccionar la apertura de un frente de cantera, previendo los equipos de extracción y otros como zarandas, trituradoras, etc. Posteriormente, será necesario arreglar y/o construir los caminos para transportar el material. Se estima que estos gastos mencionados estarían por encima de US\$ 500.000 (Quinientos mil dólares americanos).

ANEXO 5

Consideraciones Legislativas y Normativas Ambientales

Consideraciones Legislativas y Normativas Ambientales

Se define el Marco Jurídico e Institucional en el que se desarrollara el proyecto.

Constitución Nacional de 1992

- **Art. 8** De la Protección ambiental: “Las actividades susceptibles de producir alteración ambiental serán reguladas por ley”.
- **Art. 81** Del patrimonio cultural: “Se arbitrarán los medios necesarios para la conservación de los objetos, documentos y espacios de valor históricos, que hacen parte del patrimonio nacional”.
- **Art. 163** De la competencia del gobierno departamental.
- **Art. 168** De las atribuciones de la municipalidades 1) La libre gestión en materia de su competencia, particularmente en las de urbanismo, ambiente, educación, cultura, deporte, turismo, cuerpos de inspección y policía.”.
- **Art. 175** De la policía “Tiene la misión de preservar el orden público legalmente establecido, así como los derechos y la seguridad de las personas y entidades. La ley reglamentará su organización y sus atribuciones”.
- **Art. 6** “La calidad de vida será promovida por el Estado mediante planes y políticas que reconozcan factores condicionantes”.

Convenios y tratados internacionales ratificados por el país

- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático – CMNUCC, ratificada en el Paraguay por Ley N° 251/94 y su Protocolo de Kyoto, también ratificado por Ley N° 1447/99 y su Decreto Reglamentario N° 6754/99. Entre los principales Criterios (*) contenidos en los Convenios ratificados por las Leyes nombradas, mencionan que las actividades implementadas conjuntamente, o en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), deben:
 - Ser compatibles con, y aportar a, las prioridades y estrategias nacionales ambientales y de desarrollo, contribuir a la eficacia, en términos de costo, en el logro de beneficios mundiales, y deberían poder ser conducidas de manera integral, abarcando todas las fuentes relevantes, los sumideros y las reservas de los gases de efecto invernadero.

- ❑ Requieren aceptación, aprobación o respaldo previo de los gobiernos de las partes que participen en estas actividades.
- ❑ Deben resultar en beneficios reales, mensurables, y de largo plazo, relacionados con la mitigación del cambio climático que no hubiesen ocurrido en ausencia de dichas actividades.
- ❑ Deben ser adicionales a las obligaciones financieras de los Países partes del No Anexo 1, dentro del marco del mecanismo financiero, así como también deben ser adicionales a los flujos de Asistencia Oficial para el Desarrollo (AOD) actuales o ya existentes.
- ❑ Las reducciones de las emisiones debida a las actividades propuestas deben ser adicionales a las que se producirían en ausencia de las mismas.

En futuro, corto plazo el Propietario desea ingresar el proyecto (Conservación y protección de la masa boscosa nativa, asociada a una Servidumbre Ecológica), dentro del marco de los proyectos MDL.

Códigos, leyes, decretos, ordenanzas y reglamentos

- **Ley 422/73 Forestal**, Por la cual se declara de interés público el aprovechamiento y el manejo racional de los bosques y tierras forestales del país, así como también el de los recursos naturales renovables que se incluyen en el régimen de la mencionada Ley. Declara asimismo, de interés público y obligatoria la protección, conservación, mejoramiento y acrecentamiento de los recursos forestales. El ejercicio de los derechos sobre los bosques, tierras forestales y los recursos naturales renovables de propiedad privada o pública, queda sometido a las restricciones y limitaciones establecidas en esta Ley y sus reglamentos.

Entre los objetivos fundamentales de esta Ley, están:

- ❑ La protección, conservación, aumento, renovación y aprovechamiento racional de los recursos forestales del país;
- ❑ La incorporación a la economía nacional de aquellas tierras que puedan mantener vegetación forestal;
- ❑ El control de la erosión del suelo;
- ❑ La protección de las cuencas hidrográficas y manantiales;
- ❑ La promoción de la forestación y reforestación, protección de cultivos, defensa y embellecimiento de las vías de comunicación, de salud pública y de áreas de turismo;
- ❑ La coordinación con el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones en la construcción de las vías de comunicación para el acceso económico a las zonas de producción forestal;

- ❑ La conservación y aumento de los recursos naturales de caza y pesca fluvial y lacustre con el objeto de obtener el máximo beneficio social;
 - ❑ El estudio, la investigación y la difusión de los productos forestales;
 - ❑ La cooperación con la defensa nacional.
- **Ley 294/93 de “Evaluación de Impacto Ambiental”:** En el mes de diciembre del año 1.993, el Honorable Congreso de la Nación sanciona la presente Ley por el cual se “Declara obligatoria la Evaluación de Impacto Ambiental”. Entendiéndose por Impacto Ambiental, a los efectos legales, toda modificación del medio ambiente provocada por obras o actividades humanas que tengan, como consecuencia positiva o negativa, directa o indirecta, afectar la vida en general, la biodiversidad, la calidad o una cantidad significativa de los recursos naturales o ambientales y su aprovechamiento, el bienestar, la salud, la seguridad personal, los hábitos y costumbres, el patrimonio cultural o los medios de vida legítimos.

En su Artículo 7º menciona que requerirán Evaluación de Impacto Ambiental, entre otros, los siguientes proyectos de obras o actividades públicas o privadas:

- ❑ La explotación agrícola, ganadera, forestal y granjera;
 - ❑ La introducción de especies exóticas, la explotación de bosques nativos, de flora y fauna silvestres, pesca comercial; y,
 - ❑ Cualquier otra obra o actividad que por sus dimensiones o intensidad sea susceptible de causar impactos ambientales.
- **Ley 15.561/2000 que crea** Que la 1561/2000, “QUE CREA EL CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE Y LA SECRETARÍA DEL AMBIENTE”, en su artículo 14º, inciso i) establece que la Secretaría del Ambiente adquiere el carácter de autoridad de aplicación de la Ley Nro. 294/93 “De Evaluación de Impacto Ambiental, y su Decreto Reglamentario”.
- **Decreto 13418/2001,** por el cual se establece el procedimiento de evaluación de impacto ambiental para los planes de manejo forestal y planes de cambio de uso de suelo.

Conforme al artículo 15 de la Ley Nro. 1561/2000. “QUE CREA EL CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE Y LA SECRETARÍA DEL AMBIENTE”, que establece que la Secretaría ejercerá autoridad en los asuntos que conciernen a su ámbito de competencia y en coordinación con las demás autoridades competentes en las siguientes leyes: b) 422/73, Forestal.

En su Art. 1º, menciona que la persona física o jurídica que desee realizar aprovechamiento de bosques, sea ello a través de un Plan de Manejo Forestal o un Plan de Cambio de Uso de Suelo, deberá realizar en todos los casos una evaluación de impacto ambiental del aprovechamiento, previamente a cualquier trámite ante el Servicio Forestal Nacional.

Así en su Art.2º menciona que el Servicio Forestal Nacional, no dará trámite a ningún expediente de aprovechamiento de bosques que no cuente con la Declaración de Impacto Ambiental emitida por la Secretaría del Ambiente en la cual se apruebe el Plan de Manejo propuesto para el mismo. Asimismo, no podrá emitirse ninguna guía forestal sobre Planes de Manejo que no cuenten con su respectiva aprobación por la Secretaría del Ambiente a través de una Declaración de Impacto Ambiental.

- **Decreto MOPC** por el cual se establecen las “Especificaciones Técnicas Ambientales Generales – ETAGs” para obras viales y similares.

ANEXO 6

DEMANDA DE AGUA

Tabla No 1

Consumo Actual de agua potable

	Consumo doméstico	Consumo industrial	Consumo comercial	Consumo público	Total	Demanda Ins D	Total Satisf
	m³/d						
Loma Plata (área de influencia)	522.1	378.0	73.8	123.0	1,096.9	224.1	1,321.0
Ramal 1	0.0				0.0	0	0.0
Kronstal/ Campo León	69.7	21.0	24.6	20.1	135.4	28.7	164.1
La Esperanza	67.3			13.5	80.8	34.68	115.5
Tte. Fernández	70.1			14.0	84.1	42.92	127.0
Estribo	54.8			11.0	65.7	28.22	94.0
Nueva Vida / Lolita	123.5	100.8	24.6	30.9	279.8	52.9	332.7
Toyish	17.8			3.6	21.4	9.18	30.6
Paratodo	87.2			17.4	104.6	37.25	141.8
Campo Aceval	49.5			9.9	59.4	33	92.4
Yalve Sanga -1/Com.Unidad	84.6			16.9	101.5	46.65	148.2
Yalva Sanga -2/ Lengua	55.1			11.0	66.1	28.39	94.5
Cruce de los Pioneros	93.7			18.7	112.4	51.2	163.6
Filadelfia (área de influencia)	453.6	222.0	108.5	133.0	917.0	203.8	1,120.8
Ramal 2	0.0				0.0	0	0.0
Neuwiese	6.8			1.4	8.2	2.8	11.0
Laguna Negra	44.6			8.9	53.5	22.95	76.4
Campo Loa	38.0			7.6	45.5	19.55	65.1
Estancia Remonia	4.3			0.9	5.1	1.75	6.9
Mcal. Estigarribia	167.7	0.0	30.1	43.9	241.6	102.95	344.6
Ramal 3	0.0				0.0	0	0.0
Villa Choferes del Chaco	45.0			9.0	54.0	30	84.0
Neu Halbstadt (área de influencia)	169.7	14.5	32.2	50.0	266.3	75.95	342.2
Campo Alegre	72.6			14.5	87.1	37.4	124.5
Diez Leguas / Campo Largo	70.7			14.1	84.9	43.26	128.1
Sandhorst	26.9			5.4	32.3	12.1	44.4
Cruce Platanillos	13.9			2.8	16.7	7.1	23.8
Estancia Potsdam	17.2			3.4	20.6	8.4	29.0
Jorba	22.5			4.5	27.0	15	42.0
Ramal 4					0.0	0	0.0
Campo Aroma/ Casanillo	50.5			10.1	60.6	26.01	86.6
Las Palmas	4.3			0.9	5.1	1.75	6.9
Campo Loro	40.6			8.1	48.7	20.91	69.6
Sto. Domingo	13.5			2.7	16.2	7.28	23.4
Km 180	4.3			0.9	5.1	1.75	6.9
Palmares	8.5			1.7	10.2	3.5	13.7
Total	2,570.2	736.3	293.8	613.7	4,213.9	1261.4	5,475.3

Tabla No 2

Consumo específico

Tipo	Consumo específico 1999		Consumo Sat
	unidad	l	l
Consumo doméstico			
Mennonitas	cap/ d	85	120
Indígenas	cap/ d	33	50
Latino Paraguayos	cap/ d	45	75
Otros	cap/ d	85	120
Consumo industrial			
Lecherías	l leche	2,1 y 2,4	
Ganado porcino	porcino	37.5	
Ganado vaca	vacuno	50	
Matadero	vacuno	1,500	
Otras industrias	general	10.000-30.000	
Consumo comercial			
Hoteles	cama	105	
Supermercados		3,000	
Tiendas		300	
Restaurantes		2,500	
Estaciones de servicio		1,000	
Lavaderos		5,000	
Talleres		500	
Consumo publico*			
Hospitales	cama	330	
	consulta	15	
Hogares de ancianos	cama	160	

* 20% del consumo domestico

Fuente: entrevistas, datos de las Colonias, estimación

Tabla No 3

CONSUMO DE AGUA - Población Urbana del Área de Proyecto

	POBLACION					CONSUMO ACTUAL					DEMANDA INSATISFECHA				
	Mennonitas	Indígenas	Latino Paraguayo	Otros	Total	Mennonitas	Indígenas	Latino Paraguayo	Otros	Total	Mennonitas	Indígenas	Latino Paraguayo	Otros	Total
Dotacion/consumo unitario						85	33	45	85		120	50	75	120	
Loma Plata (área de influencia)	5.260	2.000	200		7.460	447,1	66	9	0	522	184,1	34	6	0	224,1
Ramal 1					0		0	0	0	0		0	0	0	0
Kronstal/ Campo León	820				820	69,7	0	0	0	70	28,7	0	0	0	29
La Esperanza		2.040			2.040		67,32	0	0	67		34,68	0	0	35
Tte. Fernández		760	1.000		1.760		25,08	45	0	70		12,92	30	0	43
Estribo		1.660			1.660		54,78	0	0	55		28,22	0	0	28
Nueva Vida / Lolita	1.220	600			1.820	103,7	19,8	0	0	124	42,7	10,2	0	0	53
Toyish		540			540		17,82	0	0	18		9,18	0	0	9
Paratodo	870	400			1.270	73,95	13,2	0	0	87	30,45	6,8	0	0	37
Campo Aceval			1.100		1.100		0	49,5	0	50		0	33	0	33
Yalve Sanga -1/Com.Unidad		1.950	450		2.400		64,35	20,25	0	85		33,15	13,5	0	47
Yalva Sanga -2/ Lengua		1.670			1.670		55,11	0	0	55		28,39	0	0	28
Cruce de los Pioneros	520		1.100		1.620	44,2	0	49,5	0	94	18,2	0	33	0	51
Filadelfia (área de influencia)	3.720	2.300	800	300	7.120	316,2	75,9	36	25,5	454	130,2	39,1	24	10,5	204
Ramal 2					0		0	0	0	0		0	0	0	0
Neuwiese	80				80	6,8	0	0	0	7	2,8	0	0	0	3
Laguna Negra		1.350			1.350		44,55	0	0	45		22,95	0	0	23
Campo Loa		1.150			1.150		37,95	0	0	38		19,55	0	0	20
Estancia Remonia				50	50		0	0	4,25	4		0	0	1,75	2
Mcal. Estigarribia		1.200	2.600	130	3.930		39,6	117	11,05	168		20,4	78	4,55	103
Ramal 3					0		0	0	0	0		0	0	0	0
Villa Choferes del Chaco			1.000		1.000		0	45	0	45		0	30	0	30
Neu Halbstadt (área de influencia)	1.380	1.450	100		2.930	117,3	47,85	4,5	0	170	48,3	24,65	3	0	76
Campo Alegre		2.200			2.200		72,6	0	0	73		37,4	0	0	37
Diez Leguas / Campo Largo		780	1.000		1.780		25,74	45	0	71		13,26	30	0	43
Sandhorst	150	300		50	500	12,75	9,9	0	4,25	27	5,25	5,1	0	1,75	12
Cruce Platanillos	100		120		220	8,5	0	5,4	0	14	3,5	0	3,6	0	7
Estancia Potsdam	80	50	100	50	280	6,8	1,65	4,5	4,25	17	2,8	0,85	3	1,75	8
Jorba			500		500		0	22,5	0	23		0	15	0	15
Ramal 4					0		0	0	0	0		0	0	0	0
Campo Aroma/ Casanillo		1.530			1.530		50,49	0	0	50		26,01	0	0	26
Las Palmas	50				50	4,25	0	0	0	4	1,75	0	0	0	2
Campo Loro		1.230			1.230		40,59	0	0	41		20,91	0	0	21
Sto. Domingo		340	50		390		11,22	2,25	0	13		5,78	1,5	0	7
Km 180	50				50	4,25	0	0	0	4	1,75	0	0	0	2
Palmares	100				100	8,5	0	0	0	9	3,5	0	0	0	4
Total	14.400	25.500	10.120	580	50.600	1224	841,5	455,4	49,3	2.570	504	433,5	303,6	20,3	1.261

Total Consumo m3/dia = 3.832

Tabla No 4

Consumo de agua industrial y comercial : Colonia Menno

Tipo	Consumo específico		Cantidad		Consumo	
	l	unidad	cantidad	unidad	m³/d	m³/a
Consumo industrial						
Lechería Loma Plata	2.1	l leche	160,000	l leche/d	336	122,640
Lechería Campo León	2.1	l leche	10,000	l leche/d	21	7,665
Lechería Lolita	2.1	l leche	48,000	l leche/d	101	36,792
Otras industrias	30,000		1		30	10,950
Matadero	1,500.0	vacuno	8	vacuno/d	12	4,380
Subtotal					500	182,427
Consumo comercial						
Hoteles	105.0	cama	110		12	4,216
Supermercados	3,000.0		5		15	5,475
Tiendas	300.0		60		18	6,570
Restaurantes	2,500.0		5		13	4,563
Estaciones de servicio	1,000.0		6		6	2,190
Lavaderos	5,000.0		2		10	3,650
Talleres	500.0		100		50	18,250
Subtotal					123	44,913
Consumo público						
Hospitales	330.0	cama	60	cama	20	7,227
	15.0	consulta	60	consulta/d	1	329
Hogares de ancianos	160.0	cama	64		10	3,738
Subtotal					31	11,293
Total					654	238,633

Fuente: datos de la Colonia, estimación

Tabla 5

Consumo de agua industrial y comercial: Colonia Fernheim

Tipo	Consumo específico		Cantidad		Consumo	
	l	unidad	cantidad	unidad	m³/d	m³/a
Consumo industrial						
Lechería	2.4	l leche	71,233	l leche/d	171	62,400
Otras industrias	30,000.0		1		30	10,950
Matadero	1,500.0	vacuno	14	vacuno/d	21	7,665
Subtotal					222	81,015
Consumo comercial						
Hoteles	105.0	cama	90		9	3,449
Supermercados	3,000.0		2		6	2,190
Tiendas	300.0		55		17	6,023
Restaurantes	2,500.0		5		13	4,563
Estaciones de servicio	1,000.0		5		5	1,825
Lavaderos	5,000.0		2		10	3,650
Talleres	500.0		98		49	17,885
Subtotal					108	39,584
Consumo público						
Hospital	330.0	cama	80	cama	26	9,636
	15.0	consulta	79	consulta/d	1	433
Hogares de ancianos	160.0	cama	92		15	5,373
Subtotal					42	15,441
Total					373	136,041

Fuente: datos de la Colonia, estimación

Tabla No 6

Consumo de agua industrial y comercial: Colonia Neuland

Tipo	Consumo específico		Cantidad		Consumo	
	l	unidad	cantidad	unidad	m³/d	m³/a
Consumo industrial						
Otras industrias	10,000.0		1		10	3,650
Matadero	1,500.0	vacuno	3	vacuno/d	5	1,643
Subtotal					15	5,293
Consumo comercial						
Hoteles	105.0	cama	30		3	1,150
Supermercados	3,000.0		1		3	1,095
Tiendas	300.0		5		2	548
Restaurantes	2,500.0		5		13	4,563
Estaciones de servicio	1,000.0		2		2	730
Lavaderos	5,000.0		1		5	1,825
Talleres	500.0		10		5	1,825
Subtotal					32	11,735
Consumo público						
Hospital	330.0	cama	30	cama	10	3,614
	15.0	consulta	35	consulta/d	1	192
Hogares de ancianos	160.0	cama	35		6	2,044
Subtotal					16	5,849
Total					63	22,876

Fuente: datos de la Colonia, estimación

Tabla No 7

Consumo de agua industrial y comercial: Mcal. Estegarribia

Tipo	Consumo específico		Cantidad		Consumo	
	l	unidad	cantidad	unidad	l/d	m ³ /a
Consumo industrial						
Subtotal					0	0
Consumo comercial						
Hoteles	105.0	cama	40		4	1,533
Supermercados	3,000.0		2		6	2,190
Tiendas	300.0		18		5	1,971
Restaurantes	2,500.0		3		8	2,738
Estaciones de servicio	1,000.0		2		2	730
Talleres	500.0		10		5	1,825
Subtotal					30	10,987
Consumo público						
Hospital	330.0	cama	30	cama	10	3,614
	15.0	consulta	30	consulta/d	0.5	164
Subtotal					10	3,778
Total					40	14,764

Fuente: Municipalidad, estimación

Tabla No 8

Proyección del consumo de agua potable - Escenario de Mayor Consumo Industrial

Consumo de agua (m³/día)																			Desarrollo
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2003-2015
Mennonitas	1.224	1.248	1.273	1.299	1.325	1.351	1.378	2.150	2.193	2.323	2.370	2.507	2.557	2.608	2.660	2.713	2.768	2.823	209%
Indígenas	842	875	910	947	984	1.024	1.065	1.342	1.396	1.633	1.699	1.963	2.041	2.123	2.208	2.296	2.388	2.484	243%
Latinos Paraguayos	455	469	483	498	513	528	544	809	833	924	952	1.051	1.082	1.115	1.148	1.182	1.218	1.255	238%
Otros	49	50	51	52	53	54	56	87	88	94	95	101	103	105	107	109	111	114	209%
Industria	736	758	1.167	1.202	1.238	1.276	1.314	2.612	2.768	2.934	3.111	3.651	3.797	3.949	4.107	4.271	4.442	4.620	516%
Comercio	294	303	312	321	331	341	351	372	394	418	443	461	479	498	518	539	560	583	163%
Público	614	632	650	669	688	709	729	1.002	1.031	1.128	1.160	1.266	1.303	1.341	1.380	1.421	1.463	1.506	212%
Total	4.214	4.336	4.847	4.988	5.133	5.282	5.436	8.374	8.704	9.454	9.829	10.998	11.362	11.738	12.128	12.532	12.950	13.383	270%

Consumo Especifico (l/c/d)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Mennonitas	85	85	85	85	85	85	85	130	130	135	135	140	140	140	140	140	140	140
Indígenas	33	33	33	33	33	33	33	40	40	45	45	50	50	50	50	50	50	50
Latinos Paraguayos	45	45	45	45	45	45	45	65	65	70	70	75	75	75	75	75	75	75
Otros	85	85	85	85	85	85	85	130	130	135	135	140	140	140	140	140	140	140

Desarrollo

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Des. Anual
Mennonitas	14.400	14.688	14.982	15.281	15.587	15.899	16.217	16.541	16.872	17.209	17.554	17.905	18.263	18.628	19.000	19.381	19.768	20.163	2,0%
Indígenas	25.500	26.520	27.581	28.684	29.831	31.025	32.266	33.556	34.899	36.294	37.746	39.256	40.826	42.459	44.158	45.924	47.761	49.671	4,0%
Latino Paraguayos	10.120	10.424	10.736	11.058	11.390	11.732	12.084	12.446	12.820	13.204	13.600	14.008	14.429	14.862	15.307	15.767	16.240	16.727	3,0%
Otros	580	592	603	616	628	640	653	666	680	693	707	721	736	750	765	781	796	812	2,0%
Industria**			375					1.150				400							
Industria %	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	6%	6%	6%	6%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Comercio	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	6%	6%	6%	6%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Público	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%

Tabla No 9

Proyección del consumo de agua potable - Escenario de Consumo Industrial Moderado

Consumo de agua (m³/día)																			Desarrollo
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2003-2015
Mennonitas	1.224	1.248	1.273	1.299	1.325	1.351	1.378	1.985	2.025	2.151	2.194	2.328	2.374	2.422	2.470	2.519	2.570	2.621	194%
Indígenas	842	875	910	947	984	1.024	1.065	1.342	1.396	1.633	1.699	1.963	2.041	2.123	2.208	2.296	2.388	2.484	243%
Latinos Paraguayos	455	469	483	498	513	528	544	809	833	924	952	1.051	1.082	1.115	1.148	1.182	1.218	1.255	238%
Otros	49	50	51	52	53	54	56	80	82	87	88	94	96	98	99	101	104	106	194%
Industria	736	758	781	805	829	854	879	906	933	961	989	1.019	1.050	1.081	1.114	1.147	1.181	1.217	143%
Comercio	294	303	312	321	331	341	351	361	372	383	395	407	419	431	444	458	471	486	143%
Público	614	632	650	669	688	709	729	968	996	1.092	1.124	1.228	1.265	1.302	1.341	1.380	1.421	1.464	206%
Total	4.214	4.336	4.461	4.590	4.723	4.860	5.002	6.451	6.636	7.231	7.441	8.089	8.326	8.571	8.824	9.085	9.354	9.631	198%

Consumo Específico (l/c/d)																		
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Mennonitas	85	85	85	85	85	85	85	120	120	125	125	130	130	130	130	130	130	130
Indígenas	33	33	33	33	33	33	33	40	40	45	45	50	50	50	50	50	50	50
Latinos Paraguayos	45	45	45	45	45	45	45	65	65	70	70	75	75	75	75	75	75	75
Otros	85	85	85	85	85	85	85	120	120	125	125	130	130	130	130	130	130	130

Desarrollo																			
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Des. Anual
Mennonitas	14.400	14.688	14.982	15.281	15.587	15.899	16.217	16.541	16.872	17.209	17.554	17.905	18.263	18.628	19.000	19.381	19.768	20.163	2,0%
Indígenas	25.500	26.520	27.581	28.684	29.831	31.025	32.266	33.556	34.899	36.294	37.746	39.256	40.826	42.459	44.158	45.924	47.761	49.671	4,0%
Latino Paraguayos	10.120	10.424	10.736	11.058	11.390	11.732	12.084	12.446	12.820	13.204	13.600	14.008	14.429	14.862	15.307	15.767	16.240	16.727	3,0%
Otros	580	592	603	616	628	640	653	666	680	693	707	721	736	750	765	781	796	812	2,0%
Industria %	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	
Comercio	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	
Público	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA A MEDIANO PLAZO

	Domestico	Industria	Comercio	Público	Total	% Absteciento
Yrendá	539,7	0	83,8	253	876,5	10,53%
Acueducto	1.939,2	840	293,3	1012	4.084,5	49,06%
Desalinización	427,1	210	41,9	126,5	805,5	9,67%
					5.766,5	
Sistemas Tradicionales					2.559,5	30,74%
				Total Gral	8.326,0	

ANEXO 7

LOS POZOS DE NEUDORF

Datos de los pozos en Neudorf:

En las cercanías de Neudorf (A 10 Km de Loma Plata) existe, un sistema de paleocauces (campo alto) con canales de última generación (campo bajo) en contacto con suelos del tipo de bosque de monte. En consecuencia se presenta un cuadro ideal, tanto para la construcción de tajamares (en el monte), canaletas de recolección de agua pluvial, como también la perforación de pozos de agua dulce, dentro de la lente de agua dulce (paleocauces). Los pozos se han perforado en el año 1997 siendo los primeros de calidad salada, debido a la técnica de perforación. Se había llegado a profundidades mayores que a las indicadas (10 m), pasando profundidades a un nivel de aguas subterráneas saladas. Recién, cuando se repitieron las perforaciones con un equipo manual, se podría confirmar la existencia de aguas dulces. Hoy existen una serie de 6 pozos en cadena, con una producción de 16.000 l/día cada uno, lo que equivale a 100.000 l/día en total. Estos pozos abastecen entre otros actualmente la lechería "Trebol" con el agua potable necesario; a través de un complejo sistema de tratamiento mecánico, biológico y químico se reintegra el agua servido al final al proceso de producción.

Los tajamares: Con el contenido de los tajamares existe una reserva de aproximadamente dos años sin lluvia, sin tener que parar la producción (según el cálculo del volumen total de los tajamares y el consumo del Matadero/Frigorífico).

El predio de la fabrica, donde se realizará la construcción y posteriormente la producción, tiene una extensión de 132 ha, sin árboles y sólo con pasto natural. Se planifica la construcción de mas cantidad de tajamares para aumentar la reserva de agua y la utilización de los mismos en forma alternante.

En el sitio de la construcción de tajamares se ha tomado muestras (muestra 1, muestra2). Los resultados de los estudios del suelo confirman la presencia de suelos tipo Regosol, típico para ambientes de monte.

Los dos tajamares más grandes servirán para purificación de las aguas. Su ubicación se adecua a la dirección del viento predominante; en el caso de la producción de olores desagradables, el viento los levantaría a zonas despobladas.

El sistema de abastecimiento de agua consiste en tres pasos fundamentales:

1. El almacenamiento mediante canaletas y tajamares con tanques australianos.
2. Producción de agua freática mediante los 6 pozos localizados dentro del lente de agua dulce;
3. Reciclaje de las aguas servidas mediante una planta potabilizadora.

a.3.) La Planta Potabilizadora: Las aguas acumuladas mediante los diversos procesos de captación (canaleta, etc) se deben procesar por una planta potabilizadora mediante procesos de i). clarificación; ii). filtración; y iii)

cloración. Mediante el conjunto de estos procesos se logrará producir agua potable de acuerdo a las normas internacionales existentes. (OMS- Organización Mundial de la Salud)

Calidad fisico-química y Bacteriológica del Agua para consumo – Normas de la OMS

Sustancia	Norma OMS	
	Máxima Recomendable	Máxima Permisible
1. Características Físicas		
Turbiedad UJ	5	25
Color - Unidades	5	50
Olor y Sabor	Ninguno	Ninguno
Sólidos Totales	500	1500
2. Características químicas		
Ph	7.0-8.5	6.5-9
Dureza total mg/l	100	500
3. Minerales		
Calcio mg/l	75	200
Hierro total mg/l	0.1	1.0
Manganeso mg/l	0.05	0.5
Magnesio mg/l	30	150
Zinc mg/l	5	15
Boro mg/l	0	0
4. Sales		
Cloruros	200	600
Fluoruros	0.6-1.7	-
Nitratos	-	45
Sulfatos	200	400
4. Microbiología		
CF/100 ml	0	3 (casual)

La planta de potabilización de diseño para un caudal de 20 m³/h y consta de los siguientes elementos:¹³

- Bomba centrífuga exterior para succionar agua desde una profundidad hasta 7 metros, con filtro y válvula de pie en la línea de succión y con capacidad de erogar 30 m³/h contra 400 k Pa. Para este anteproyecto se estima un bombeo a 100 m con caño de PE de Ø = 3”.
- Planta de potabilización compacta, con sistema de dosificación de coagulante y polímero, con recirculación de floculos, agitador y demás.
- 2 filtros multicapa verticales a presión con bombas de presurización y contralavado construidos con tanques de fibra, de

¹³ Fuente: JTP, Uruguay

dimensiones $\varnothing = 0,91$ m y $h = 1,45$ m, con medio filtrante formado por arena, granate y antracita ocupando un volumen total de 600 L c/u. Cada filtro tendrá capacidad para filtrar $15 \text{ m}^3/\text{h}$.

- 2 bombas centrífugas de $20 \text{ m}^3/\text{h}$ contra 300 kPa.
- Un sistema de cloración con tanque depósito para solución de hipoclorito y bomba dosificadora proporcional al caudal de agua.
- Un depósito de agua potable hermético para 500 m^3 realizado en placas de hormigón preformado o bloques armados.
- Dos bombas centrífugas verticales con capacidad para erogar $30 \text{ m}^3/\text{h}$ contra 400 kPa.

La planta potabilizadora se localiza todavía en el área de Monte y esta conectada con el tanque Australiano más alto (altura 9 m). Ver fotos, anexo.

Se diseñó y construirá un pequeño laboratorio hidrológico, apta para la realización de control de calidad diario. El tanque australiano, con un volumen de 5 Mil l de agua se abastece exclusivamente a través de canaletas (aguas pluviales). Además, está conectado con el Matadero, mediante una canaleta subterránea. Todo el terreno corresponde a suelos de monte.

ANEXO 8

SISTEMAS DE TAJAMARES

Prodechaco. Resumen de los Sistemas de Agua

Descripción	Tode el chaco	Boqueròn
Sistema de agua (tajamar, molino, tanque, cañerías)	38	12
Sistema de agua (pozo, tanque, molino, cañeria, motor)	6	1
Construcción de aljibes	39	10
Ampliación de cañerías		2
Instalación de molino y cañerías	5	
Sistema de agua (Captación del río Paraguay, molino, motor, bomba, tanque y cañeria)	7	
TOTAL	95	25

PROGRAMA DE LA COMISIÓN ACUEDUCTO

Proyecto Agua Dulce - Localidades Seleccionadas						
Departamento	Distrito	Localidades	Sistema	Alcance	Población Beneficiada (Hb.)	Inversión G\$
Alto Paraguay	La Victoria	Casanillo (Laguna Salada)	Tajamar	Construcción del tajamar, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	80	60,937,500
Alto Paraguay	La Victoria	Castilla	Tajamar	Construcción del tajamar, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	150	81,250,000
Alto Paraguay	La Victoria	Km 39 (Vía férrea)	Tajamar	Construcción del tajamar, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	200	81,250,000
Alto Paraguay	La Victoria	Pueblito	Tajamar	Ampliación tajamar existente, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	300	81,250,000
Alto Paraguay	La Victoria	Puerto Casado	Toma del río	Toma de agua (motobomba disel) Extension de 5000 metros. Tanque australiano y molino	250	162,500,000
Alto Paraguay	Mayor Lagerenza	Colonia Luque Occidental	Tajamar	Construcción del tajamar, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	100	221,321,302
Alto Paraguay	Mayor Lagerenza	San Carlos (Zona Olimpo)	Tajamar	Construcción del tajamar, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	200	121,712,500
Alto Paraguay	Mayor Lagerenza	Toro Pampa (Zona Olimpo)	Tajamar	Construcción del tajamar, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	150	121,712,500
Boquerón	Mcal. Estigarribia	Campo Alegre	Tajamar	Ampliación tajamar existente, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	1430	127,562,500
Boquerón	Mcal. Estigarribia	Casuarina	Tajamar	Ampliación tajamar existente, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	490	29,250,000
Boquerón	Mcal. Estigarribia	Lengua Yalve Sanga	Tajamar	Ampliación tajamar existente, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	1673	127,562,500
Boquerón	Pedro P. Peña	Pedro P. Peña	Pozos profundos	Perforación, extracción, almacenamiento y potabilización	1000	282,060,350
Boquerón	Mcal. Estigarribia	Kenyaklei	Tajamar	Ampliación tajamar existente, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	90	60,937,500
Boquerón	Mcal. Estigarribia	Santa Rosa	Tajamar	Ampliación tajamar existente, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	300	121,712,500
Boquerón	Mcal. Estigarribia	Santo Domingo	Tajamar	Ampliación tajamar existente, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	155	81,250,000
Boquerón	Mcal. Estigarribia	Yishinachat	Pozo someros y aljibes	Perforación, extracción, almacenamiento y filtrado.	625	73,125,000
Boquerón	Mcal. Estigarribia	Tunukoyoi	Tajamar	Ampliación tajamar existente, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	255	121,712,500
Boquerón	Mcal. Estigarribia	Laguna Verde	Pozo someros y aljibes	Perforación, extracción, almacenamiento y filtrado.	250	48,750,000
Boquerón	Pedro P. Peña	San Leonardo - Escalante	Pozo someros y aljibes	Perforación, extracción, almacenamiento y filtrado.	650	73,125,000
Boquerón	Mcal. Estigarribia	San José Esteros	Pozo someros y aljibes	Perforación, extracción, almacenamiento y filtrado.	500	73,125,000

Boquerón	Pedro P. Peña	Línea 12	Tajamar	Ampliación tajamar existente, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	225	81,250,000
Boquerón	Pedro P. Peña	Santa Eusebia	Pozo someros y aljibes	Perforación, extracción, almacenamiento y filtrado.	75	48,750,000
Pdte. Hayes	Benjamin Aceval	Cerrito	Pozo Profundo	Perforación, extracción, almacenamiento y potabilización	2000	377,798,850
Pdte. Hayes	Benjamin Aceval	Costa Guasu	Pozo Profundo	Perforación, extracción, almacenamiento y potabilización	1200	377,798,850
Pdte. Hayes	Villa Hayes	Campo Largo	Tajamar	Mejorar tajamar existente, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	600	29,250,000
Pdte. Hayes	Villa Hayes	Isla Ita	Pozo Profundo	Perforación, extracción, almacenamiento y potabilización	400	377,798,850
Pdte. Hayes	Villa Hayes	La Armonía	Tajamar	Mejorar tajamar existente, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	320	29,250,000
Pdte. Hayes	Villa Hayes	La Esperanza	Tajamar	Mejorar tajamar existente, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	280	29,250,000
Pdte. Hayes	Villa Hayes	Nitsha toysh	Tajamar	Mejorar tajamar existente, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	360	127,562,500
Pdte. Hayes	Villa Hayes	Nueva Promesa	Tajamar	Mejorar tajamar existente, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	240	29,250,000
Pdte. Hayes	Villa Hayes	Paz del Chaco	Tajamar	Construcción del tajamar, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	280	272,675,000
Pdte. Hayes	Villa Hayes	Pozo Amarillo	Tajamar	Mejorar tajamar existente, molino de viento, filtrado, almacenamiento y grifos públicos.	350	127,562,500

TOTAL G\$	6,469,697,202
IVA	646,969,720
TOTAL GRAL. G\$	7,116,666,922

ANEXO 9

PALEOCAUCES DEL CHACO CENTRAL

Los Paleocauces del Chaco Central (Zona de Loma Plata y sus alrededores)
Fuente: Resultado de las investigaciones hidrogeológicas e hidroquímicas realizadas en el área urbana de Loma Plata (F.A. Larroza y C.R.I. Centurión)
Proyecto PAR 83/005 del PNUD.

Paleocauces Recientes

Estas arenas permeables son de granulometría fina a muy fina, en algunos casos con presencia de biotita, en ocasiones limo-arenosas en la parte superior. Su vegetación autóctona son gramíneas, espartillo y árboles dispersos como el paratodo, jacaranda, algarrobo. Los paleocauces son utilizados mayormente en colonias mennonitas para actividad agrícola, en cambio en Loma Plata es asiento de la población e industrias.

Este tipo de paleocauce se encuentra alojando el agua dulce por la recarga inducida al acuífero freático mediante la captación y almacenamiento de aguas de lluvias en los tajamares. También contiene agua de buena calidad en las depresiones de terreno por acumulación de la escorrentia superficial y como el suelo es bastante permeable el agua infiltra, recargándose el acuífero de forma natural. Esto ocurre al SW donde existen varios pozos particulares en explotación, como ejemplo está el pozo R-483 en que el horizonte permeable va hasta los 9m. con un espesor de 3m. de agua dulce , encontrándose en un gran área de infiltración natural, escasamente poblada.

En el pozo R-479 al SW del R-483 el horizonte permeable es de 8 m y 0,60 m es el espesor medio de agua de buena calidad, siendo una zona poblada. Los pozos cercanos a los tajamares de infiltración presentan una columna de agua dulce hasta 3 m, como es el caso del pozo R-476, en el cual el agua dulce se encuentra hasta la base del acuífero (14 m) manteniendo una C.E. prácticamente constante.

Paleocauces Antiguos (PA)

Representado en su parte superior por una cobertura de arcilla a arcillo –limosa con 2,5 a 3m de profundidad promedio, la secuencia prosigue con arena fina. La vegetación autóctona en estas áreas son árboles altos como quebracho blanco, samuhú, sobresaliendo del estrato arbustivo del guaimi pire (reprechtia triflora), mistol, etc.

En ambos eventos fluviales (PR y PA) las aguas subterráneas se encuentran como acuífero freáticos, que regionalmente son saladas a salobres, por esto es que para mejorar la calidad de las aguas subterráneas el único medio es la construcción de tajamares para la recarga artificial.

El perfil litológico transversal del paleocauce antiguo nos indica que la base de las arenas acuíferas se encuentran en media a los 14 m. Por debajo presenta un estrato de arcilla a arcilla-limosa con espesor de 6 m, como se encontró en un pozo (R-572) hecho 200 m al S del R-475, posteriormente se encuentra el 2° acuífero con salinidades en media de 50.000 $\mu\text{mhos/cm}$ y caudal de 30.000 l/h representado por arenas con carbonato hasta los 56 m.

La salinidad de sus acuíferos se incrementa en profundidad de salobre a salada con valores de 2.000 a 50.000 $\mu\text{mhos/cm}$. Estos valores se dan en pozos en que cerca de ellos no existen muchos pozos de explotación y que los tajamares de recarga se encuentran alejados.

Con respecto al pozo R-482 sus valores en profundidad no sobrepasan los 6.000 $\mu\text{mhos/cm}$ debido a que se encuentra cerca de varios tajamares de recarga.

Area y Ocurrencia del Agua Dulce

El lente de agua dulce tiene un área de 1,2 km^2 . El horizonte permeable tiene una potencia, en la periferia SW de Loma Plata, de 8 m aumentando su espesor hacia el centro del paleocauce, donde la misma es de 14 m. La mayor ocurrencia de agua para consumo humano se da en el paleocauce reciente.

Flujo superficial y Freático

La dirección principal del flujo superficial y freático es de Oeste (W) a Este (E). El gradiente de la superficie freática local es de 5 en 10.000 (0,05% de W a E) el cual a pesar de ser relativamente alto para la región (Ej: en Filadelfia es de 0,003% de W a E) es igualmente bajo.

El hombre mediante drenes con cierta pendiente contráidos a la vera de los caminos no asfaltados dirige al agua de lluvia hacia los tajamares, especialmente para la recarga artificial del acuífero freático.

Conclusiones y Recomendaciones

Teniendo en cuenta que la zona de monte presenta agua salada en poca cantidad (acuitardos y/o acuicludos) y que el segundo acuífero confinado a pesar de tener un caudal alto estimado en 30.000 litros/hora (pozo R-572) presenta agua con conductividades hasta 50.000 $\mu\text{mhos/cm}$, el estudio para la búsqueda de agua para consumo humano se concentra en los paleocauces colmatados.

La zona de Loma Plata posee un gran área de agua dulce estimada en 1,2 km^2 , con un consumo industrial actual de 73.000 m^3/anual . En 1972 NNUU reportó un uso de 26.000 $\text{m}^3/\text{año}$ y recomendó que la extracción no debería exceder 65 $\text{m}^3/\text{día}$ y que para la explotación había que tomar ciertas precauciones por el posible ascenso de agua salada, recomendaciones resultante de experiencias de ensayos de bombeo realizada con una batería de pozos. Debido a que el consumo aumentó, se puede decir que si no se adoptan en forma rápida y eficaz mecanismos de control para regular el consumo, los problemas de abastecimiento de agua de buena calidad serán críticos con la consiguiente disminución del espesor del lente de agua dulce por el ascenso de agua salada y posterior salinización del acuífero freático.

Si bien es cierto que con el aumento de tajamares para la infiltración de agua de lluvia, el espesor del agua dulce se incrementaría, su construcción debe ser supervisada. Para que el proceso natural de autodepuración del agua de lluvia al acuífero se lleve a cabo, el espesor entre el nivel de agua y la base del tajamar debe tener por lo menos 2 m de espesor, esto no se da en algunos tajamares ya construidos, en que la construcción del tajamar en profundidad llegó hasta el nivel de agua dejando una “ventana” para la contaminación directa, este tipo de acción debe cesar y en los casos mencionados cubrir la base de los tajamares con una cobertura de arena de 2 m de altura como mínimo.

El análisis en los paleocauces demostraron que la influencia de los tajamares de infiltración es efectiva en zonas aledañas (zona de recarga artificial) presentando agua dulce en todo el espesor del acuífero ($< 1.000 \mu\text{mhos/cm}$), mientras que a medida se aleja de esas zonas, en las áreas con depresión del relieve (zonas de recarga natural), el espesor de agua dulce no sobrepasa los 2 m, ya en los límites de la zona de paleocauce antigua los pozos presentan salinidades que van de salobres ($> 2.000 - 10.000 \mu\text{mhos/cm}$) a saladas ($>10.000 - 50.000 \mu\text{mhos/cm}$).

Con respecto al gradiente hidráulico de la superficie del suelo y de la superficie freática, ambos presentan una dirección de flujo preferencial W a E de 0,05%. Hay que acotar que el flujo superficial esta diseccionado por el hombre para que estos alimenten los tajamares, especialmente los de recarga artificial.

Por todo lo expuesto mas arriba podemos decir que estos paleocauces se encuentran en el relleno aluvial de viejos cauces en el centro de la región occidental a profundidades de 3 a 10m. la calidad del agua varía ampliamente de dulce a salobre y está íntimamente relacionada a las condiciones de infiltración topográficamente controladas. Los caudales de los pozos son pequeños y satisfacen necesidades domésticas. La práctica de recarga artificial indica posibilidades razonables del desarrollo de los acuíferos a través del almacenamiento

El espesor de estos cuerpos de arena en el área de las colonias menonitas varías mucho y llegan a profundidades mayores que 20m. Forman serranías morfológicas de varios metros por encima de la llanura de los sedimentos arcillosos del monte, lo que se podría atribuir a una inversión del relieve por causa de una compactación heterogénea, a su función como ríos de albardones, o ambas circunstancias.

A modo ilustrativo y para tener una idea de los posibles caudales que se podrían obtener de estos paleocauces, (por mas que ellos varían mucho de acuerdo a los diferentes factores que entran en juego para su explotación), presentamos una tabla extraída de las investigaciones del Proyecto Par 83/005 de las Naciones Unidas.

Región occidental																		
Acuífero	Profundidad (m)					Caudal (m ³ /h)					Caudal Específico (m ³ /h/m)				Nivel Estático medio	Espesor (m)		
	media	min	max	n	% < p	media	min	max	n	% < p	media	min	max	n	m.a.s	media	min	max
	Chaco Paleocauces (Qcp)	17	8	42	78	68	6.2	0.5	24.0	19	63	1.8	0.3	4.7	25	3-17	5	1

n = Número de pozos

m.a.s = metros debajo de la superficie

% < p = porcentaje de pozos inferior a la media

K = permeabilidad

T = transmitividad

ANEXO 10

DEMANDA DE AGUA PARA EXPLOTACIÓN MINERA

Demanda de agua para la explotación de los potenciales mineros

La demanda de agua para la explotación de los potenciales mineros está estrictamente relacionada con la oferta del líquido vital que exista en las diferentes zonas donde se encuentran apostadas las canteras de los minerales en cuestión, además de otros factores fundamentales como la calidad y cantidad de los minerales existentes, los cuales deberán de ser precisados con estudios serios de exploración.

Por ejemplo tanto la baritina como las rocas ornamentales y las piedras calizas se encuentran apostadas en las proximidades del río Paraguay, por tanto y en consecuencia la disponibilidad de agua para los efectos de exploración y explotación de los mismos son las mejores.

En cuanto a el gas natural y el yeso, pueden llegar a obtener el agua de los pozos que corresponden al acuífero Yrendá, pues los yacimientos se encuentran si no dentro del acuífero, sí en las proximidades del mismo.

El caso de las arcillas expansivas lo analizaremos con mas detenimiento pues se encuentran en la zona que nos compete y que se define como el Chaco Central.

Para estimar la cantidad de agua que podría requerir la explotación de la arcilla nos concentraremos en su proceso de fabricación;

Procedimiento de fabricación

La arcilla expandida es un agregado liviano artificial que se obtiene sometiendo determinados tipos de suelos a la acción de altas temperaturas bien controladas, produciéndose una vesiculación o estructura alveolar por gasificación de los minerales dentro de la arcilla; el producto resultante es un agregado celular, poroso, de gran resistencia estructural, limpio y que pueden ser clasificado en granulometrías variables, de acuerdo a los usos previstos.

El proceso de fabricación comienza por la ubicación de los yacimientos de arcilla, material que es seleccionado mediante equipos de uso común en movimientos de suelos, topadoras, palas de arrastre, etc., separándolo de todo elemento extraño a la formación arcillosa (destape vegetal, suelo calcáreo, toscas, conchillas, etc.). Los suelos utilizados en el proceso son precisamente aquellos que presentan inconvenientes para su empleo en sub rasantes naturales, ya que sus plasticidades no son nunca inferiores a 25 (en general 35 a 50). El suelo que se usa en la fabricación del material expandido es una arcilla con un alto índice de plasticidad.

Sus características son relativamente variables y los ensayos realizados sobre una muestra representativa arrojan los siguientes valores:

Pasa tamiz 200.....	88%
Límite líquido.....	69%
Límite plástico.....	32%
Índice de plasticidad.....	37%
Límite de contracción.....	16%

Desde el punto de vista químico deben cumplir ciertas relaciones con sus componentes; según estudios realizados en Checoslovaquia y Rusia la composición óptima sería la siguiente:

Por lo menos 6% de Fe_2O_3

La relación $SiO_2: Al_2O_3 = 3.5$

$CaO + MgO$ no debe exceder de 15%

Los componentes combustibles deben representar un 18%

El único valor que puede modificarse en el proceso de fabricación industrial de manera simple y económica, es la cantidad de componentes combustibles.

La materia prima transportada en camiones desde la cantera se carga en cantidades regulares sobre un sistema de cintas transportadoras que alimentan un depósito de reserva que es al mismo tiempo el lugar donde se humidifica; allí se la preserva de un excesivo secado al aire o de la acción de la lluvia, ya que la humedad al comienzo del proceso debe ser ligeramente superior a la óptima de compactación (humedad que en la mayoría de los casos es aproximada a la que trae del yacimiento). Cuando se combinan dos arcillas distintas, mediante un sistema de cangilones pasan a una mezcladora rotativa donde se las lleva a condiciones de humedad adecuadas.

La pasta es forzada seguidamente a pasar por un sistema de cribas (de acuerdo a algunos procedimientos) o por un cortador a tornillo sinfín. En este último caso, la materia prima pasa a continuación por una prensa que termina en aberturas circulares de unos 17 mm de diámetro, haciendo salir rollos de arcilla que son cortados por un mecanismo rotativo en pequeñas piezas cilíndricas; de diámetro igual a la altura.

Las piezas de arcilla así obtenidas caen en un tambor de alrededor de 1 m de diámetro y 3 m de longitud donde los pequeños rollos son redondeados y recubiertos por una fina capa de polvo refractario que impide que se adhieran unos a otros. La capa de refractario sirve igualmente de protección de las partículas cuando entran en la zona de calcinación del horno, donde por la elevada temperatura se plastifican.

Por cinta transportadora, los gránulos redondeados y revestidos son llevados

directamente a un horno rotativo, similar a los hornos horizontales de la fabricación de cal, de unos 40 - 60 metros de longitud y 2 — 3 metros de diámetro, con una inclinación de unos 3 grados; su velocidad puede variarse entre 0,5 y 1,5 vueltas por minuto; manteniendo una temperatura de 400 grados centígrados en un extremo y 1200 grados centígrados en el otro. El rendimiento del horno puede variarse dentro de ciertos límites cambiando su velocidad y prolongando la zona de calcinación.

En su descenso a través del horno el material sufre un proceso de semifusión y vitrificación con expansión interna de los gases producidos y del aire contenido en la pasta; una vez calcinado sale del horno por un conducto de descarga refrigerado con agua y aire de la atmósfera introducido en la instalación, donde se interrumpe el proceso bruscamente, confiriendo una estructura porosa y vesicular. Por cinta transportadora pasa a las zarandas de clasificación y de ahí a los silos donde se lo entrega en varios tamaños característicos.

El material se expande alrededor de un 40% con lo que la partícula más gruesa tiene un diámetro aproximado de alrededor de 2 cm.

La densidad suelta oscila entre 400 y 600 Kg/m³ y su posibilidad de variarla discrecionalmente es la que permite obtener resistencias de acuerdo a las necesidades, para mayores resistencias el proceso de preparación de la materia prima no es tan minucioso como el descrito, hecho que juega en favor de su eventual uso en obras viales. Se han llegado a obtener densidades de 800 Kg/m³.

El ciclo de producción dura aproximadamente 3 horas, con un personal total, para la atención de la planta de 8 obreros.

Por todo lo expuesto podemos decir que las consideraciones en cuanto la demanda de agua respecta serían: Lo que refiere al proceso de producción, este requiere la cantidad de agua para llevar la arcilla a su humedad óptima, lo cual implica una adición de agua al material dependiendo de su estado natural. Además todas las consideraciones de consumo humano que requeriría la puesta en marcha de la cantera con un personal aproximado de 15 obreros en total.

ANEXO 11
BASES TÉCNICAS

Tabla A11-1

Optimización de diámetros: Tubos de FFD

Página 3/8

Presión máxima admisible	40 bar	para DN300 - DN400
	25 bar	para DN500 - DN600
Coefficiente k	0,1 mm	
Interés	12 %	
Caudal	0,12 m3/s	
Temperatura de agua :	20 oC	
Producción anual :	3784320 m3	
Producción diaria	10368 m3	

Dnom (mm)	Diámetro (m)	Q (m3/s)	Longitud (m)	k (mm)	Pérdida de presión (m)	Desnivel topogr. (m)	Pérd. por valvulería (m)	Presión restante (m)	Altura diná. de bomba (m)	Golpe de ariete (m)	Cantidad de estac. Bomb. y presión nominal
300	0,306	120	204000	0,1	1494,27096	51	149,427096	7	1701,69806	166,333415	Fuera Rango
400	0,407	120	204000	0,1	353,554929	51	35,3554929	7	446,910422	94,0228776	Fuera Rango
500	0,508	120	204000	0,1	116,707991	51	11,6707991	7	186,378791	60,3524539	1 / PN25
600	0,608	120	204000	0,1	47,8732478	51	4,78732478	7	110,660573	42,132303	1 / PN25

Tabla A11-2

Costos directos del Sistema de Acueducto: Etapa I (15 años)

No	Tipo de elemento	Costos obras civiles				Costos instalaciones				Total
		Costos directos	Imprev. %	Costos imprevistos	Costos totales obras	Costos directos	Imprev. %	Costos imprevistos	Costos totales instalaciones	
		US\$		US\$	US\$	US\$		US\$	US\$	
1.	Obra de toma en el río Estación de bombeo flotante	476.550,00	10,00%	47.655,00	524.205,00	280.700,00	10,00%	28.070,00	308.770,00	832.975,00
2.	Planta de tratamiento 800.000,00 US\$ por tren 1 tren	757.000,00	10,00%	75.700,00	833.000,00	255.600,00	10,00%	25.560,00	282.000,00	1.115.000,00
3.	Reservorio	173.930,00	10,00%	17.393,00	191.000,00	13.075,00	10,00%	1.307,50	15.000,00	206.000,00
Total					1.548.205,00				605.770,00	2.153.975,00
4.	Estación de bombas de alta presión Pto. Casado	124.845,00	10,00%	12.484,50	137.329,50	0,00	0,00	0,00	0,00	137.329,50
	- alta presión	0,00	0,00	0,00	0,00	250.000,00	10,00%	25.000,00	275.000,00	275.000,00
	- generador	0,00	0,00	0,00	0,00	38.250,00	0,00	0,00	38.250,00	38.250,00
	- protección golpe ariete	0,00	0,00	0,00	0,00	150.000,00	0,00	0,00	150.000,00	150.000,00
	- instalaciones para Pto. Casado	0,00	0,00	0,00	0,00	10.100,00	10,00%	1.010,00	11.110,00	11.110,00
		124.845,00		12.484,50	138.000,00	448.350,00		26.010,00	475.000,00	613.000,00
5.	Tanque elevado Pto. Casado	60.000,00	10,00%	6.000,00	66.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66.000,00
6.	Sistema de "Piston"	42.540,00	10,00%	4.254,00	47.000,00	231.680,00	10,00%	23.168,00	255.000,00	302.000,00
7.	Tubería Pto. Casado - Loma Plata Para diametro de 500 mm	27.270.000,00	10,00%	2.727.000,00	29.997.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29.997.000,00
8.	Estación de seguridad cada km 50,0 3 estaciones	72.972,00	10,00%	7.297,20	80.000,00	398.400,00	10,00%	39.840,00	439.000,00	519.000,00
9.	Estación de ventilación cada km 10,0 19 estaciones	326.154,00	10,00%	32.615,40	359.000,00	131.100,00	10,00%	13.110,00	145.000,00	504.000,00
10.	Estación de evacuación cada km 10,0 19 estaciones	326.154,00	15,00%	48.923,10	376.000,00	104.500,00	10,00%	10.450,00	115.000,00	491.000,00
11.	Mando y control a larga distancia Pto. Casado - Loma Plata	0,00	0,00	0,00	0,00	800.000,00	20,00%	160.000,00	960.000,00	960.000,00
12.	Abastec. de energía eléctrica a M.T. y B.T.	0,00	0,00	0,00	0,00	496.490,00	15,00%	74.473,50	571.000,00	571.000,00
Total										34.023.000,00

Tabla A11-3

Costos directos del Sistema de Acueducto: Etapa I (15 años)

No	Tipo de elemento	Costos obras civiles				Costos instalaciones				Total
		Costos directos	Imprev. %	Costos imprevistos	Costos totales obras	Costos directos	Imprev. %	Costos imprevistos	Costos totales instalaciones	
		US\$		US\$	US\$	US\$		US\$	US\$	US\$
	Distribución primaria en el Chaco Central									
13.	Reservorios	900.000,00	10,00%	90.000,00	990.000,00	300.000,00	15,00%	45.000,00	345.000,00	1.335.000,00
14.	Tuberías									
	Ramal 1	3.171.900,00	10,00%	317.190,00	3.489.090,00	32.000,00	15,00%	4.800,00	36.800,00	3.525.890,00
	Ramal 2	788.900,00	10,00%	78.890,00	867.790,00	18.600,00	15,00%	2.790,00	21.390,00	889.180,00
	Ramal 3	1.448.600,00	10,00%	144.860,00	1.593.460,00	18.600,00	15,00%	2.790,00	21.390,00	1.614.850,00
		5.409.400,00		540.940,00	5.951.000,00	69.200,00		10.380,00	80.000,00	6.031.000,00
15.	Mando y control a larga distancia									
	Distribución primaria en el Chaco Central	0,00	0,00	0,00	0,00	41.390,00	20,00%	8.278,00	50.000,00	50.000,00
16.	Abastec.de energía eléctrica a M.T. y B.T.					98.600,00	15,00%	14.790,00	114.000,00	114.000,00
Total										7.530.000,00
	Total	35.940.000,00		3.611.000,00	39.553.000,00	3.670.000,00		481.000,00	4.155.000,00	43.706.975,00

Tabla A11-4

ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL ACUEDUCTO YRENDA- TRAMO LA PATRIA - MCAL ESTIGARRIBIA

Modulo	Descripción	Unid.	Cantidad	P.U U\$\$	Total U\$\$
I	Perforación y Equip. De Pozos de 250m				
	D= 150mm - Qmed=50.000 l/h	Unid	5	50.000	250.000
	Construcción de Reserv. 500 m3	Unid.	5	147.730	738.650
	Incluido Casa de Operación				
	Provisión e Instalación de Genradores a Gas				
	150Kw + Tableros y Lineas Eléctricas	Unid.	5	120.000	600.000
				Sub-Total Mod I=	1.588.650
II.	Prov y Colocación de Tub. H°F° Ductil K7				
	400 mm	m	100.000	109,46	10.946.000
	Provisión y Registros de Inspección	Unid	500	700	350.000
				Sub-Total Mod II=	11.296.000
				Total =	12.884.650
				Imprev 10%=	1.288.465
				Tot Gral =	14.173.115

ANEXO 12

TÉRMINOS DE REFERENCIA DE ESTUDIOS

Términos de Referencia de Estudios que deberán ser desarrollados

N°	Título	Objetivos		Producto Final
		General	Específico	
1.	Desarrollo de nuevas tecnologías para captación y almacenamiento de aguas de lluvia.	Elaborar un estudio de alternativas mediante nuevas tecnologías para captación y almacenamiento de aguas de lluvia	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de sitios de captación y reserva. - Tecnologías de tajamares. - Tecnología de reservorios cerrados o aljibes 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinación de los sitios aptos para la implementación de las nuevas tecnología. - Análisis técnico y económico de las alternativas. - Plan de implementación.
2.	Alternativas para la explotación de pozos de agua salada.	Elaborar un estudio de alternativas de explotación y desalinización de agua	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de sitios adecuados para captación. - Análisis de las tecnologías apropiadas para desalinización de aguas. - Plan piloto de implementación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinación de los sitios aptos para la explotación de pozos de agua salada. - Análisis técnico y económico de las alternativas. - Plan piloto de implementación. - Evaluación de los riesgos ambientales y medidas de mitigación.
3.	Plan de Gestión de los Recursos de Agua en el Chaco Central	Elaborar un plan de gestión de los recursos de agua en el Chaco Central	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis del marco legal e institucional del agua en Paraguay - Preparación del Plan de Gestión. - Estrategias de aplicación del plan. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del modelo de gestión. - Desarrollo de la estructura institucional. - Presentación de un modelo de tarifas. - Estrategias para la implementación del plan.
4.	Alternativas para la explotación a gran escala de pozos del Acuífero Yrendá	Elaborar un estudio para la explotación de pozos del Acuífero Yrendá	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación hidrogeológica del Acuífero. - Análisis de las tecnologías apropiadas para su explotación a gran escala. - Plan piloto de explotación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinación de los sitios aptos para la explotación de pozos. Análisis técnico y económico de las alternativas. - Plan piloto de implementación. - Evaluación de los riesgos ambientales y medidas de mitigación.

N°	Título	Objetivos		Producto Final
		General	Específico	
5.	Optimización del Proyecto Acueducto Rio Paraguay – Chaco Central	Elaborar un estudio de optimización del Proyecto Acueducto Rio Paraguay – Chaco Central de manera a disminuir la inversión pública.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudiar nuevos trazados alternativos. - Estudiar nuevas tecnologías de Acueductos y bombeo. - Estudiar nuevos modelos de financiación de las obras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinación de trazados alternativos del Acueducto. - Determinación de escenarios alternativos de consumo de agua del Acueducto. - Factibilidad técnica y económica de los modelos alternativos. - Modelos de financiación de las obras, estudio de tarifas.

MODELO DE CONTRATO DE CONSULTORÍA

CONTRATACIÓN DE SERVICIOS DE CONSULTORÍA

ELABORACIÓN DEL PLIEGO DE BASES Y CONDICIONES PARA LLAMADO A CONTRATACIÓN PARA CONSULTORAS PARA EL “PROYECTO DE OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS TRADICIONALES DE ABSTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CHACO CENTRAL”

TÉRMINOS DE REFERENCIA

CONTENIDO

1. ANTECEDENTES.....	4
2. MÉTODO DE SELECCIÓN.....	4
3. PRESUPUESTO Y MONEDA DE PAGO	4
4. OBJETIVOS DE LA CONSULTORÍA.....	3
5. METODOLOGIA DE TRABAJO	4
6. PRODUCTO FINAL	4
7. PLAZO	5

1 ANTECEDENTES

El Programa de Inversiones ha previsto el contrato de una consultoría de Apoyo para elaborar un estudio complementario al realizado sobre alternativas para el abastecimiento de agua para la Región del Chaco Central del Paraguay, de manera a proponer medidas de intervención en el corto y mediano plazo para optimizar los sistemas tradicionales de abastecimiento de agua para el Chaco Central

2 MÉTODO DE SELECCIÓN

2.1 EVALUACIÓN

2.1.1 La consultoría deberá realizar su trabajo bajo la supervisión de la Unidad Ejecutora de Programa y en coordinación con la Dirección de Inversiones y de Desarrollo Territorial de la STP, e instituciones relacionadas al tema.

2.1.2 La Unidad Ejecutora de Programa (UEP) evaluará y comparará las ofertas y el perfil académico del equipo de trabajo que llevará adelante los trabajos.

2.2 selección

2.2.1 A fin de calificar al seleccionado, la UEP se reserva el derecho de emitir la misma a favor de cualquiera de las consultoras oferentes sin tomar en consideración la oferta económica más baja como elemento de medición, debido al carácter técnico del servicio solicitado. Por lo que son importantes para esta calificación la experiencia de la consultora en trabajos similares y el equipo de profesionales técnicos.

2.3 NOTIFICACIÓN DEL RESULTADO DE LA EVALUACIÓN

2.3.1 El participante seleccionado con la mejor oferta, dará inicio a los trabajos solicitados una vez recibida la Orden de Provisión de Servicio.

2.3.2 El oferente que haya resultado seleccionado, será notificado de su elección.

3 PRESUPUESTO Y moneda de PAGO

3.1 El costo total previsto para esta consultoría, el oferente deberá expresarlo en Guaraníes y se indica que la modalidad del pago es a la entrega de informes parciales y del informe final una vez recepcionada en forma definitiva y aprobada por la UEP y el Banco Interamericano de Desarrollo

4 OBJETIVOS de IA consultoria

4.1 Objetivo General

- * Elaborar el “Estudio de optimización de los Sistemas Tradicionales de Abastecimiento de Agua para el Chaco Central”.

4.2 Objetivos Específicos

El Informe final del Proyecto “Optimización de los Sistemas Tradicionales de Abastecimiento de Agua para el Chaco Central” deberá contener:

- Estudios de optimización del uso de tajamares
- Estudios de optimización del uso de Acuíferos
- Estudios de optimización del uso de Aljibes

5 METODOLOGIA DE TRABAJO

5.1 Trabajo a desarrollar

La Consultora contratada deberá desarrollar su trabajo en tiempo y forma a lo establecido en el objetivo general y objetivos específicos. Los trabajos deben incluir los siguientes puntos:

- Elaborar el Estudio conforme a las Leyes, Normas, Reglamentos y Procedimientos Técnicos comúnmente aceptados y a las directrices indicadas por la UEP.
- Recopilación y análisis de las informaciones relativas a los insumos necesarios para elaborar fundamentalmente los estudios técnicos.

5.2 Oficina, movilidad, horario

- Los servicios de oficina, muebles, trabajos de secretaría, útiles e insumos, etc. serán proveídos por la Consultora.
- La movilidad necesaria para el traslado del consultor a las áreas de trabajo, en caso de necesidad, incluyendo vehículos, conductor, gastos de mantenimiento y combustible, serán proveídos por cuenta del Contratado.
- Para punto de contacto en el desempeño de las tareas del / los consultores, se disponen las oficinas de la Secretaría Técnica de Planificación de la Presidencia de la República, sita en el Edificio Ayfra Tercer Piso en Pte. Franco y Ayolas, Asunción.

6 Producto Final

- ### **6.1** Un (1) Informe, que contenga los siguientes estudios:

- Recopilación de todos los estudios e investigaciones realizadas sobre Sistemas de Abastecimiento utilizados en el Chaco Central
- Descripción y optimización de los sistemas Tradicionales de Abastecimiento de Agua:

A- Tajamares:

- 1.1 Describir los Sistemas de Tajamares utilizados en el Chaco Central y sus resultados
- 1.2 Indicar gráficamente los lugares en donde se utilizan los tajamares y su capacidad
- 1.3 Determinar gráficamente los sitios topográficamente asociados a grandes cuencas de captación para construir nuevos tajamares
- 1.4 Elaborar propuestas para mejorar los tajamares existentes y los nuevos a ser realizados
- 1.5 Elaborar un plan de capacitación para usuarios del sistema

B- Acuíferos :

- 1.1 Describir los Sistemas de Recarga Artificial utilizados en el Chaco Central y sus resultados
- 1.2 Indicar gráficamente los lugares en donde se utilizan los acuíferos y su capacidad
- 1.3 Determinar gráficamente los sitios posibles para la implementación de proyectos de recarga artificial, indicando las características de los suelos, la cuenca de aporte y las obras de infraestructura necesarias para la colección y explotación de la misma.
- 1.4 Desarrollar estrategias para asegurar la sustentabilidad de la explotación del recurso desde el punto de vista ambiental e institucional
- 1.5 Elaborar un plan de capacitación para usuarios del sistema

C- Aljibes :

- 1.1 Describir los Sistemas de Aljibes utilizados en el Chaco Central y sus resultados
- 1.2 Indicar gráficamente los lugares en donde se utilizan los aljibes y su capacidad
- 1.3 Determinar gráficamente los sitios posibles para la implementación de proyectos de aljibes, indicando las características de las precipitaciones y subsuelos, la cuenca de aporte y las obras de infraestructura necesarias para la colección y explotación de la misma.
- 1.4 Desarrollar tecnologías que permitan un mejor aprovechamiento del agua almacenada a través de aljibes o sistemas subterráneos, proponiendo mejoras en cuanto a cantidad y calidad del consumo
- 1.5 Elaborar un plan de capacitación para usuarios del sistema

6.2 El Informe Final será presentado por nota, dirigida al Coordinador General del Programa de Preinversión **Programa de Preinversión 1143/OC-PR** del BID y entregada en la Mesa de Entrada de la UEP en la de la Secretaría Técnica de Planificación en 3 (tres) copias impresas y 3 (tres) en formato digital, en idioma español.

6.3 La UEP se reserva el derecho de solicitar informes parciales durante el desarrollo de la consultoría.

6.4 La edición del PRODUCTO FINAL será en: Formato hoja tipo A4, editado en Microsoft Word 97 o superior para Windows; letra Arial cuerpo 12; interlineado sencillo; márgenes superior 3 cm; inferior 2,5 cm, izquierdo 3,5 cm y derecho 2,5 cm.

7 PLAZO

Los trabajos de consultoría deberán durar como máximo 3 meses a partir de la firma del contrato.

ANEXO 1

Documentos Estándar de Contratación “PROYECTO DE OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS TRADICIONALES DE ABSTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CHACO CENTRAL”

PARTE 1 – PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN

Sección I: Instrucciones a los Oferentes

Esta sección deberá incluir la información necesaria para que los Oferentes puedan preparar sus ofertas. Así mismo, proveerá información sobre la presentación, apertura, y evaluación de las ofertas, y sobre la adjudicación del Contrato.

Sección II: Datos de la Contratación

Esta sección contendrá las disposiciones que son propias de la contratación y que complementan la información, o los requisitos indicados en la Sección I, Instrucciones a los Oferentes.

Sección III: Criterios de Evaluación y Calificación

Esta sección contendrá los criterios para determinar cual es la mejor oferta evaluada, así como las calificaciones que deberá tener el Oferente para ejecutar el Contrato.

Sección IV: Formularios de la Oferta

Esta sección contendrá los formularios de Presentación de Oferta, Lista de Precios, detalles técnicos y otros, Garantía de Mantenimiento de Oferta, que deberán ser presentados con la oferta.

PARTE 2 – SUMINISTROS REQUERIDOS

Sección V: Programa de Suministros

Esta sección contendrá la Lista de Bienes y Servicios Conexos, el Plan de Suministros, Entregas, Cronograma del plan del Trabajo y Cumplimiento, las Especificaciones Técnicas y los Planos que describen los bienes y servicios objetos de la Contratación.

PARTE 3 – CONTRATACIÓN

Sección VI: Condiciones generales del Contrato

Esta sección contendrá las cláusulas generales que deberán utilizarse en todos los contratos.

Sección VII: Condiciones Especiales del Contrato

Esta sección contendrá las cláusulas que son propias de cada contrato y que modifican y / o complementan la Sección VI, Condiciones Generales del Contrato.

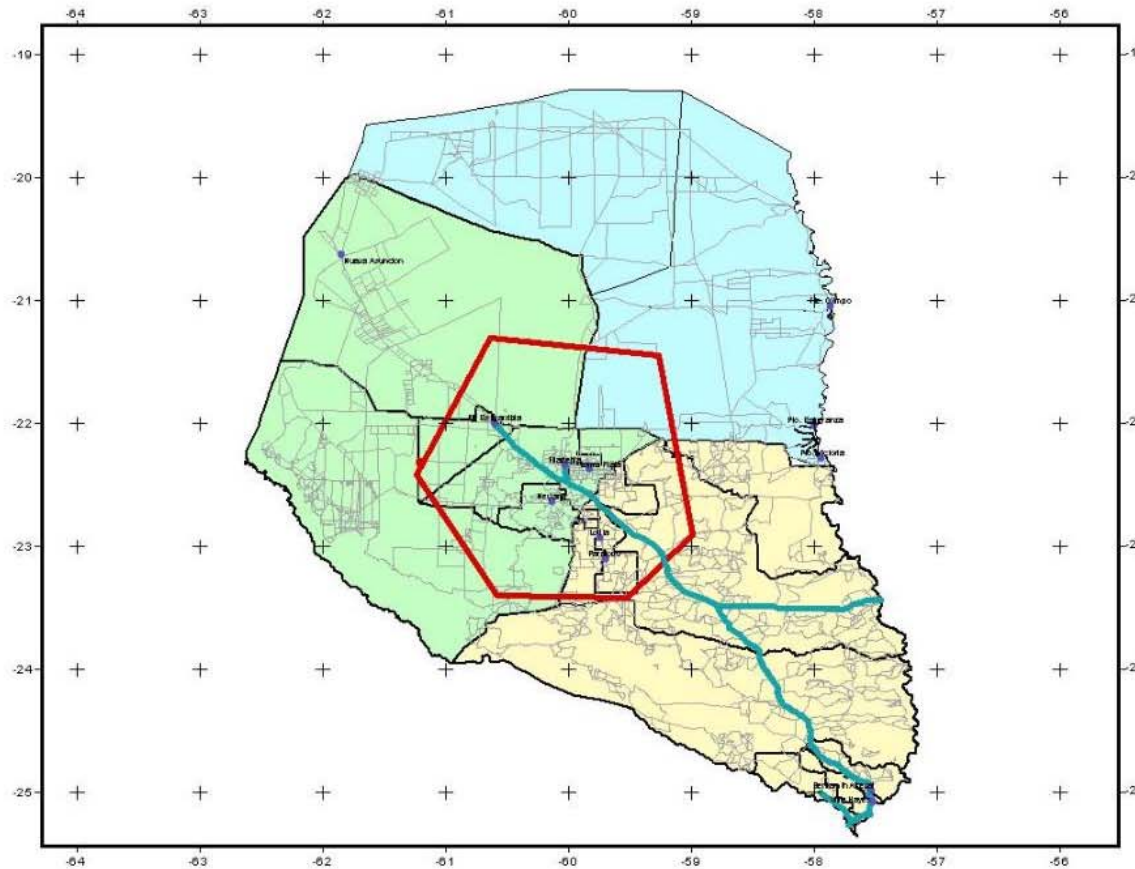
Sección VIII: Formularios del Contrato

Esta sección contendrá el formulario de Convenio que, antes de firmarse, deberá incorporar todas las correcciones o modificaciones que se hubiesen hecho a la oferta adjudicataria. Solo podrán incluirse correcciones o enmiendas que estén permitidas por las Instrucciones a los Oferentes, las Condiciones Generales del Contrato y las Condiciones Especiales del Contrato.

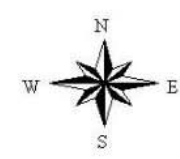
Los formularios de Garantía de Ejecución y Garantía de Anticipo, cuando estas garantías sean requeridas, deberán ser completados únicamente por el adjudicatario y con posterioridad a la notificación de adjudicación del Contrato.

ANEXO 13
MAPAS TEMÁTICOS

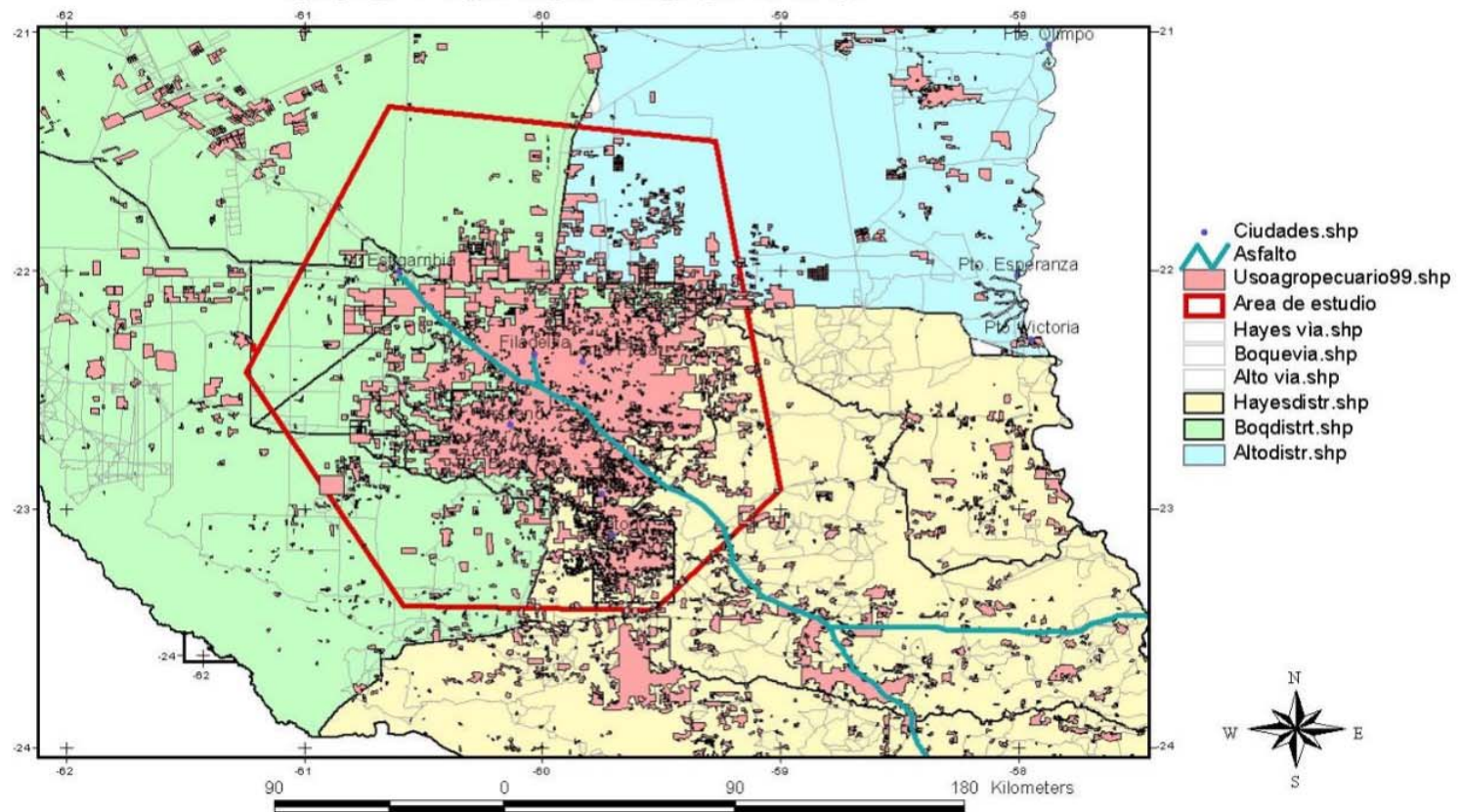
UBICACIÓN DEL AREA DEL PROYECTO



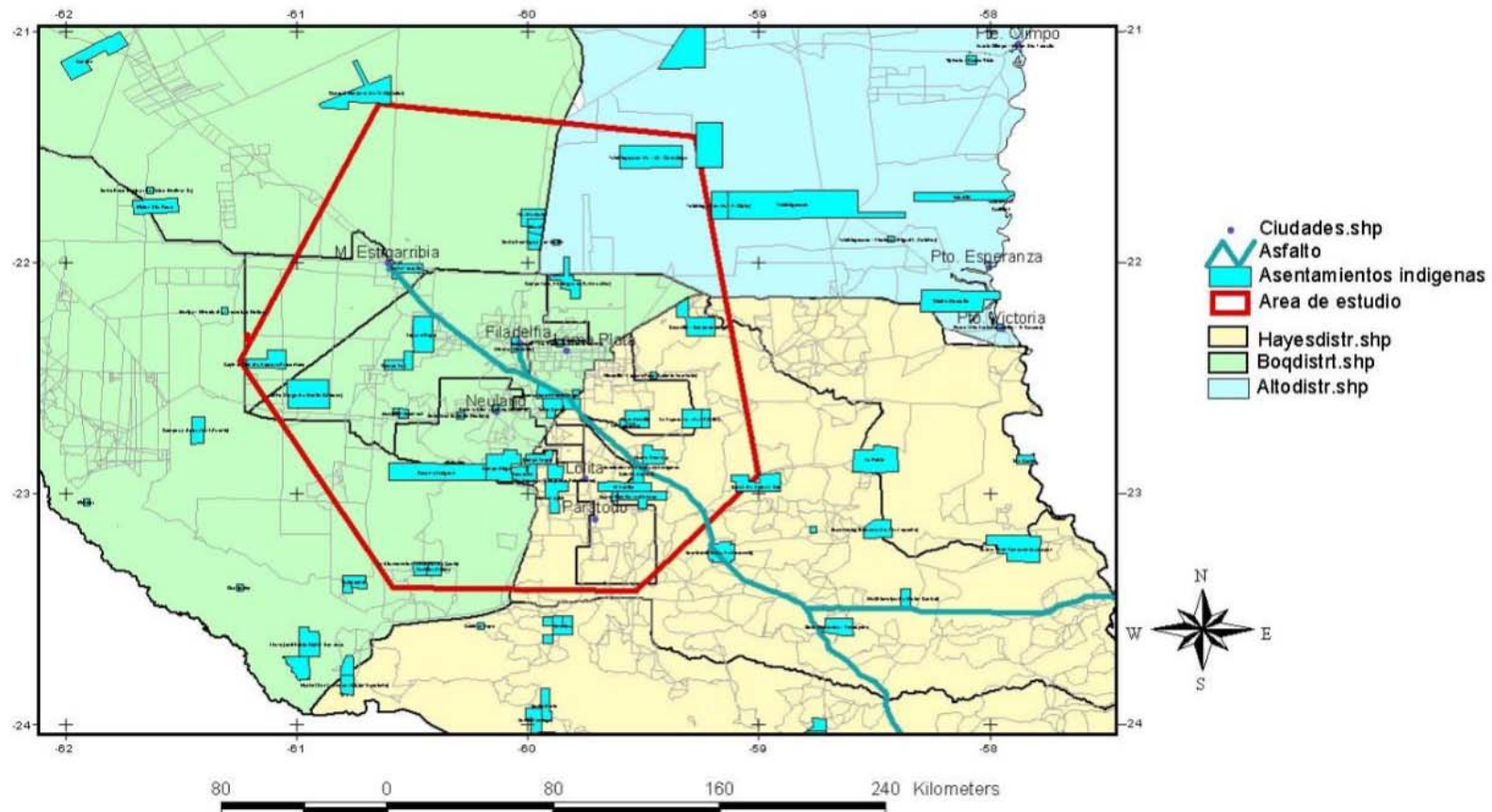
- Ciudades.shp
- Asfalto
- Area de estudio
- Hayes via.shp
- Boquevia.shp
- Alto via.shp
- Hayesdistr.shp
- Boqdistr.shp
- Altodistr.shp



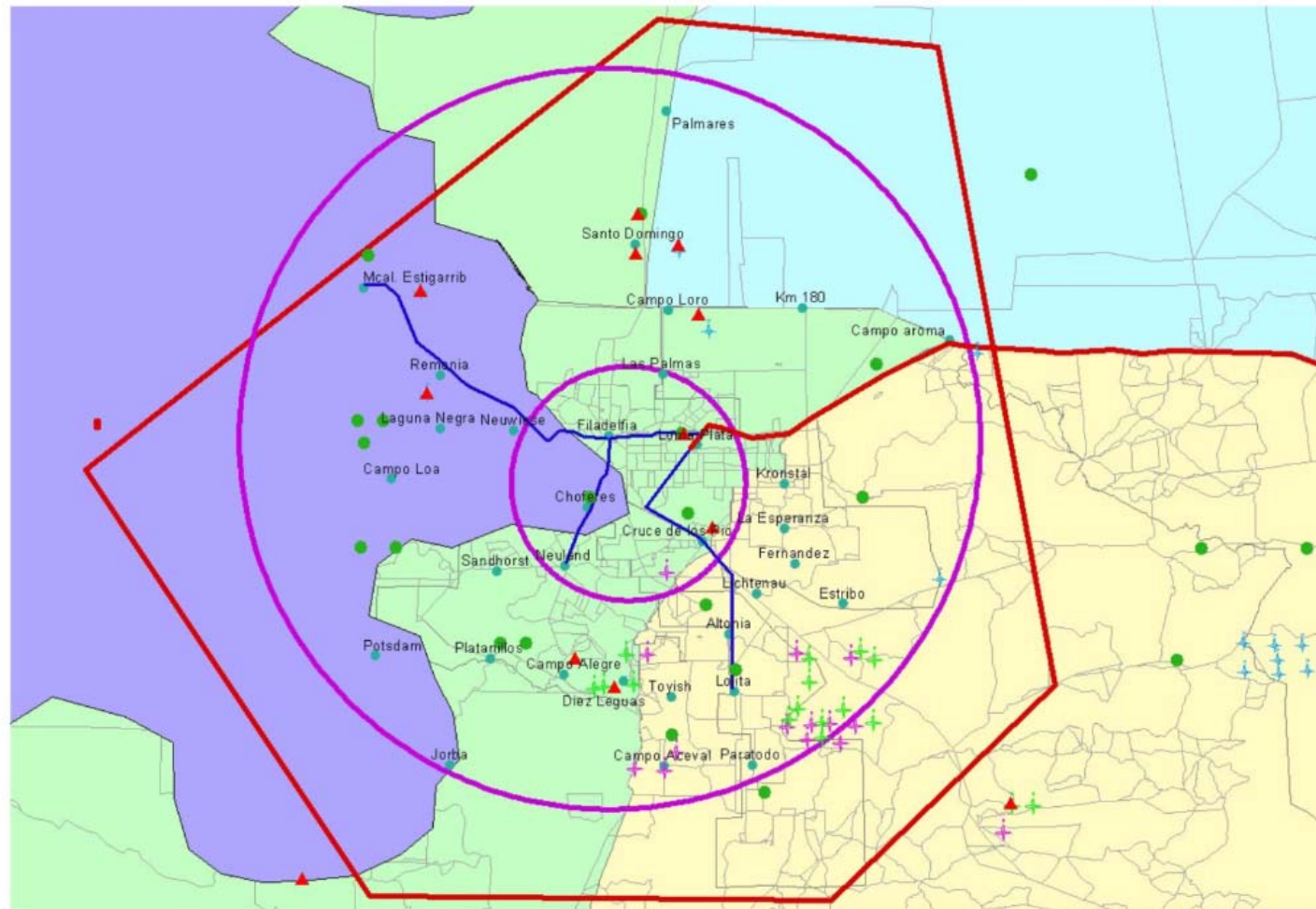
USO AGROPECUARIO



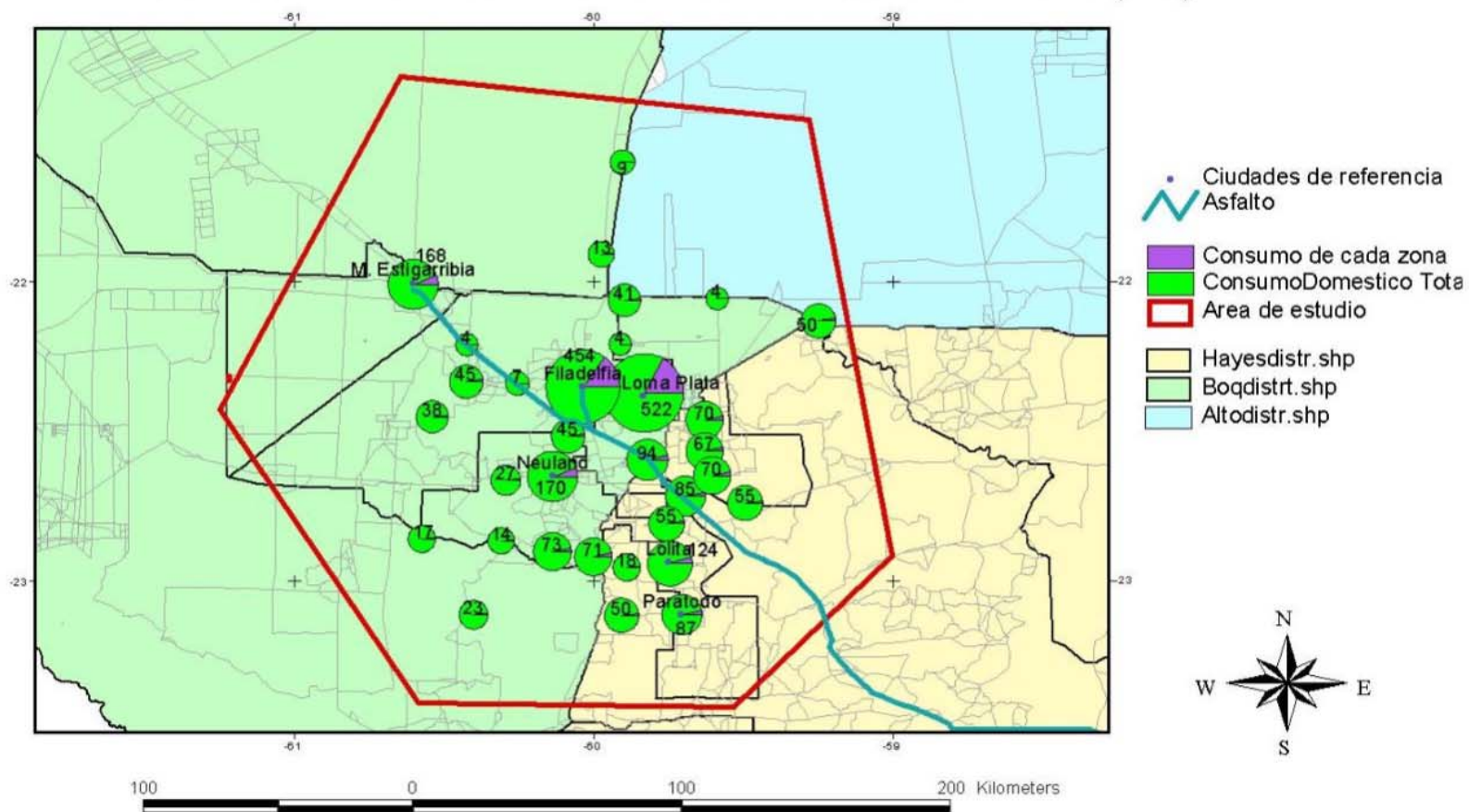
ASENTAMIENTOS INDÍGENAS



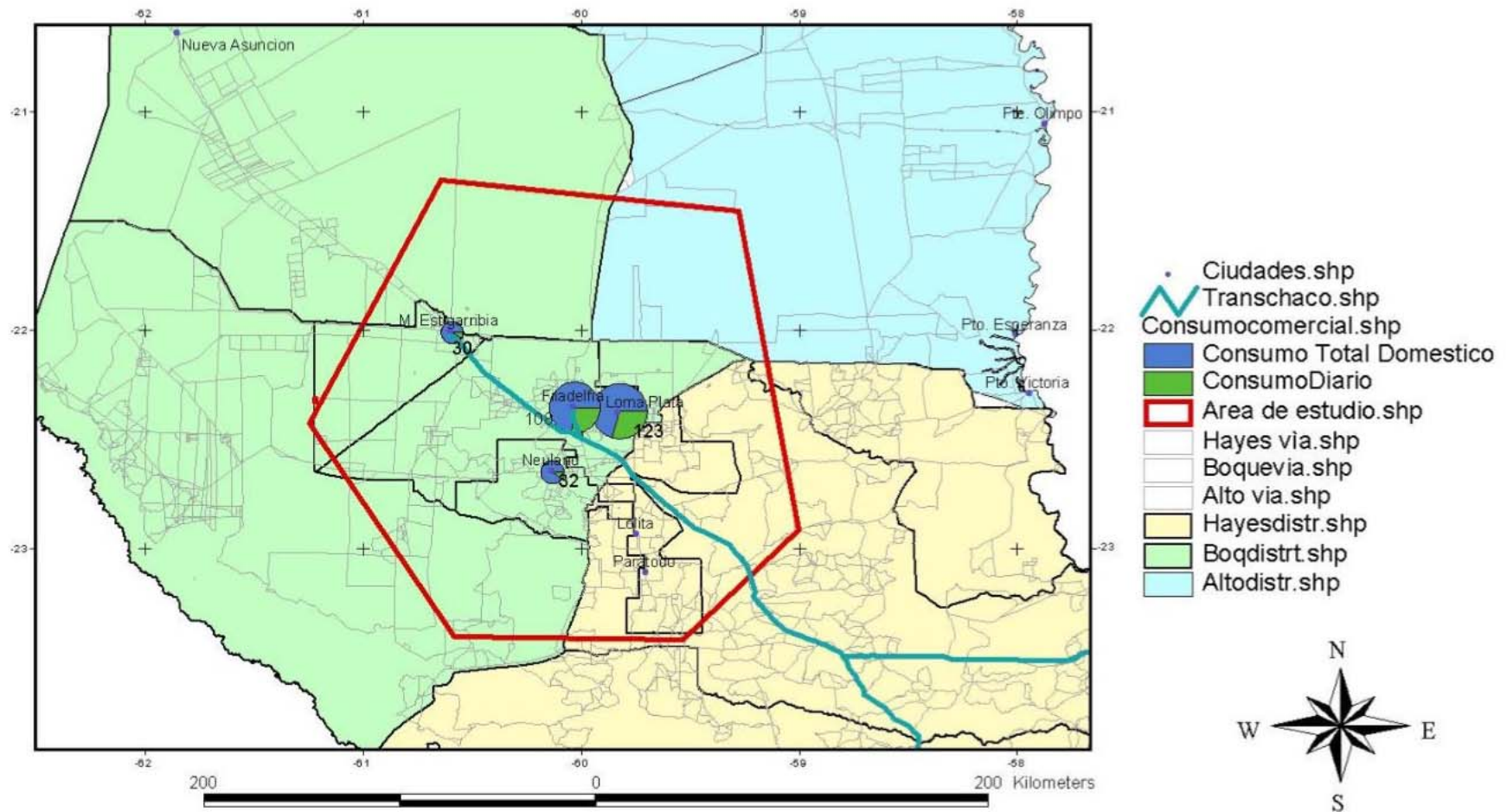
PRINCIPALES LOCALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO



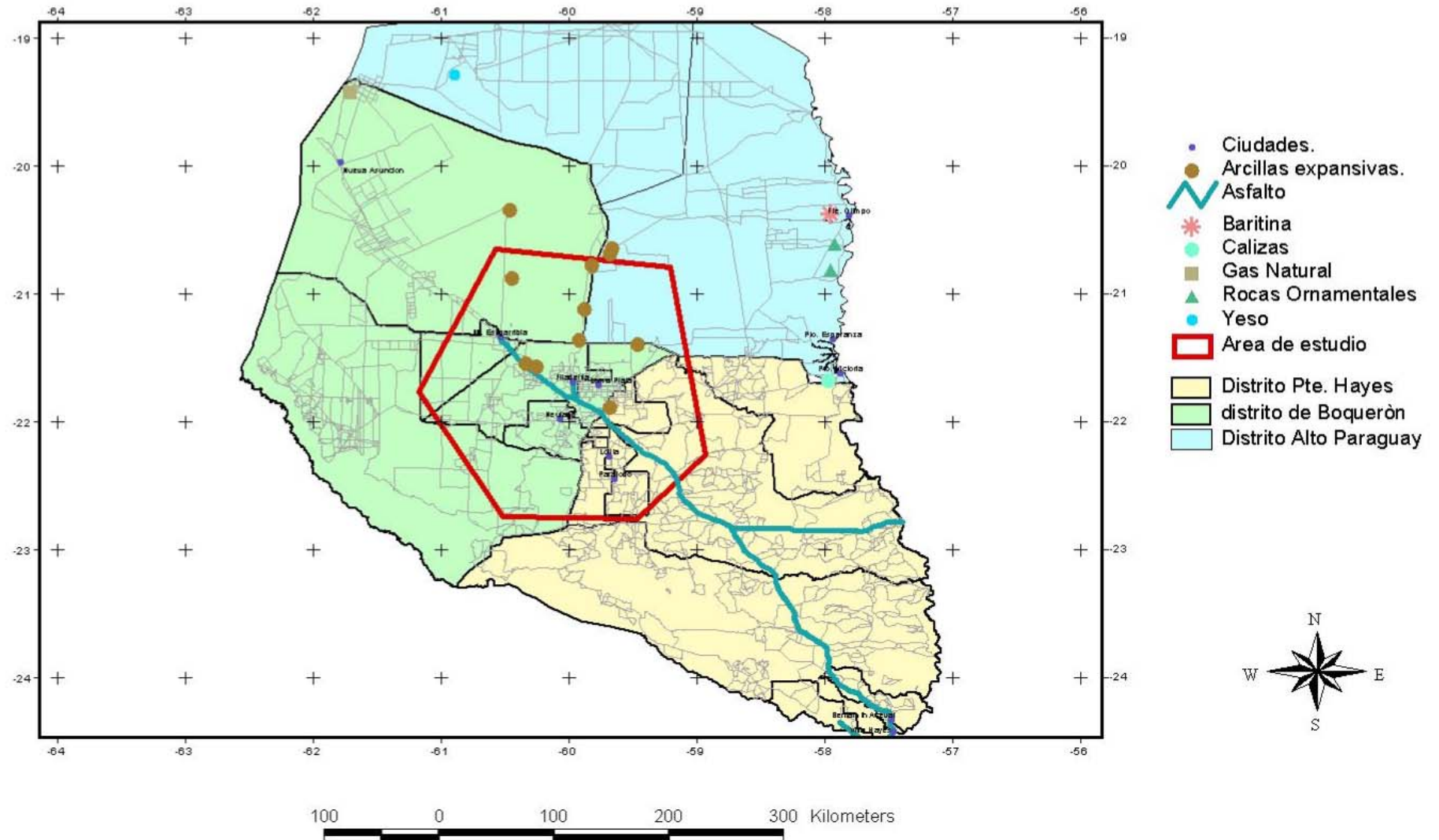
CONSUMO DOMESTICO EN EL CHACO CENTRAL (M3)



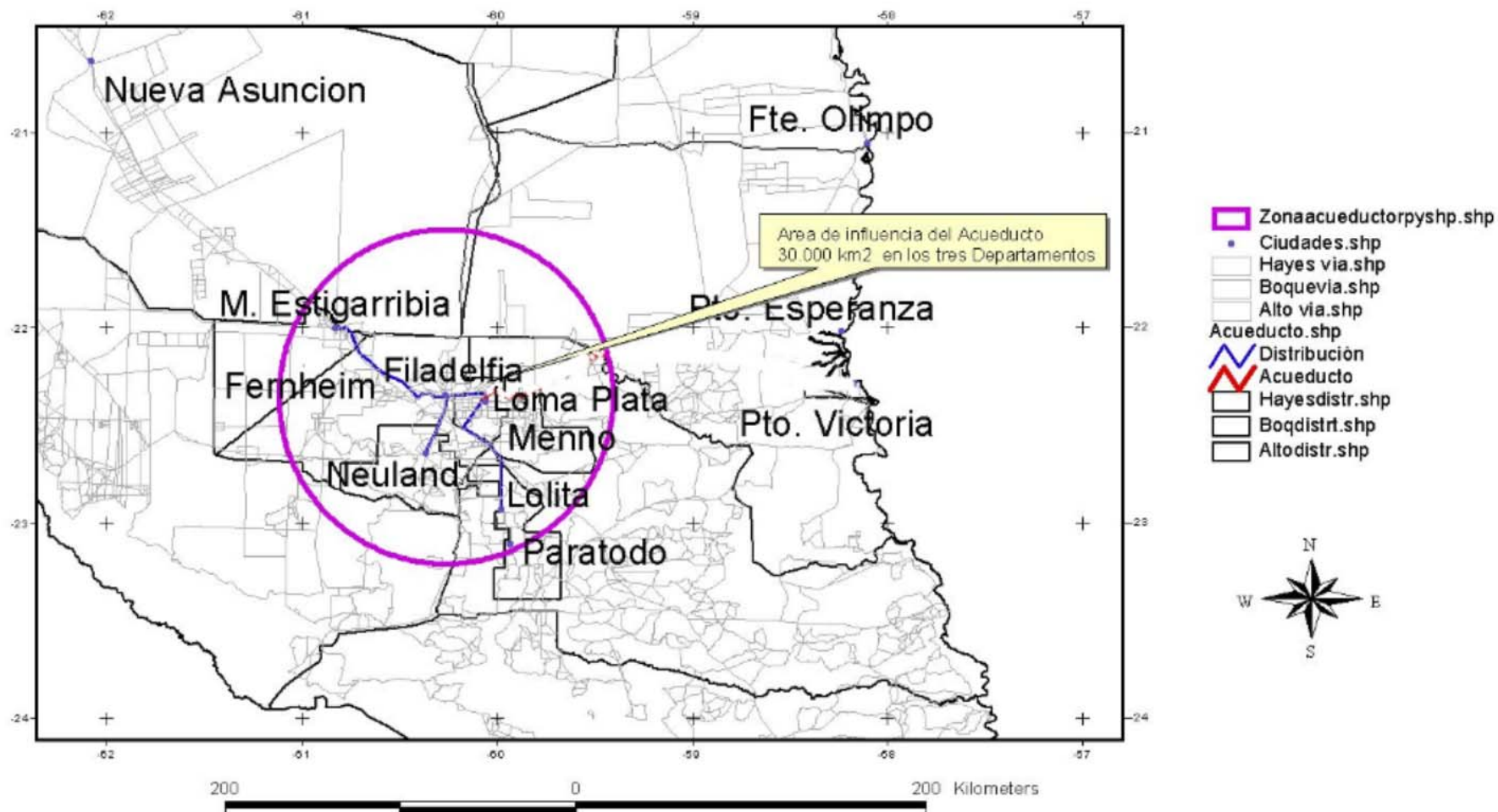
CONSUMO COMERCIAL DIARIO (m3)



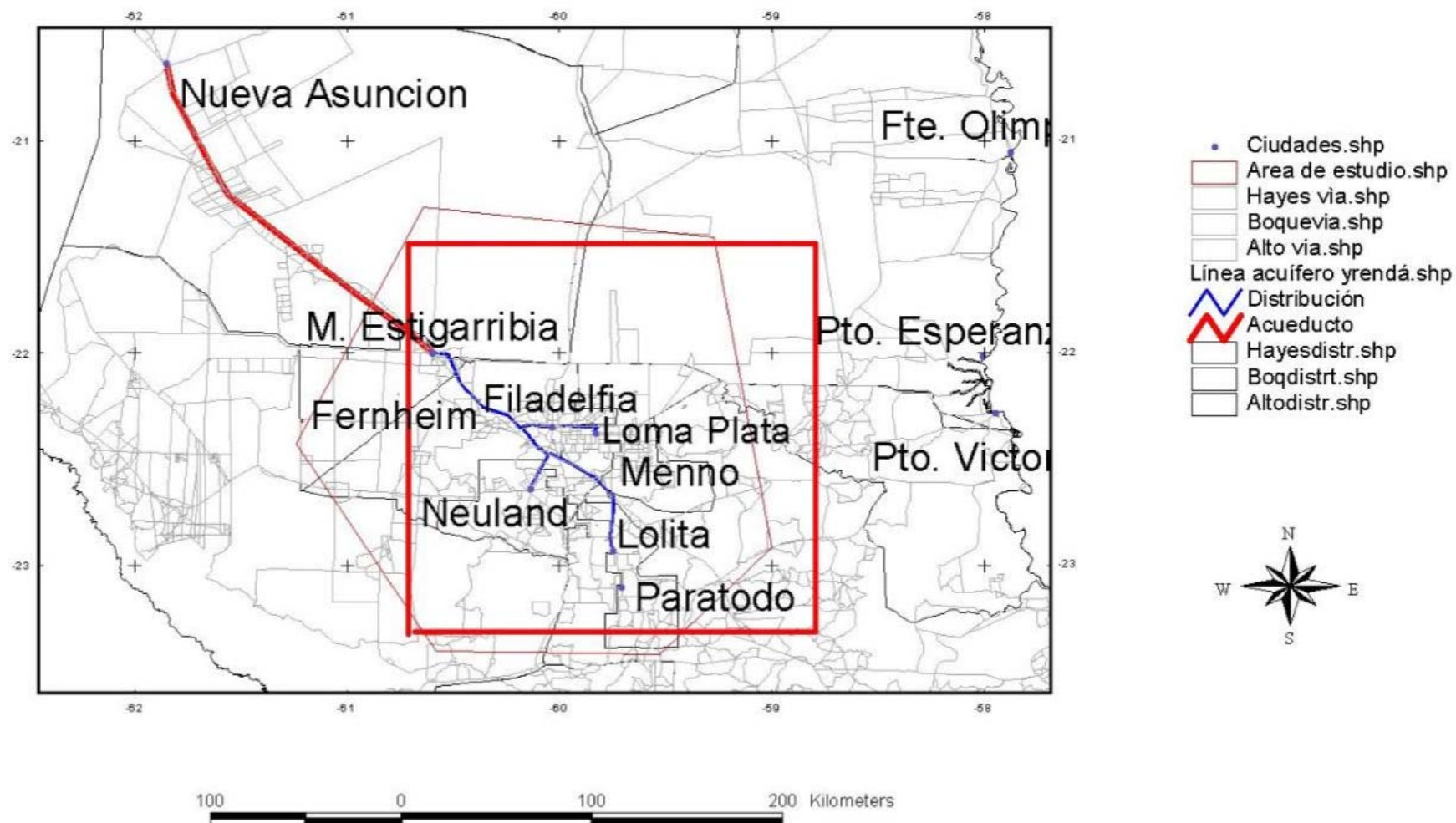
POTENCIAL MINERO EN EL CHACO



ACUEDUCTO RIO PARAGUAY



ACUEDUCTO ACUÍFERO YRENDA



ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO A MEDIANO PLAZO

