

ARGENTINA • BOLIVIA • BRASIL • PARAGUAY • URUGUAY
COMITE INTERGUBERNAMENTAL DE LA HIDROVIA PARAGUAY-PARANA - CIH

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO - BID

NACIONES UNIDAS

**PROGRAMA DE LAS NACIONES
UNIDAS PARA EL DESARROLLO - PNUD**
Convenio BID - ATN/SF - 3822 - RE

**OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS
DE SERVICIOS PARA PROYECTOS - UNOPS**
Proyecto UNOPS RLA/91/R41

**ESTUDIOS DE INGENIERIA Y VIABILIDAD TECNICA
Y ECONOMICA DEL MEJORAMIENTO DE LAS
CONDICIONES DE NAVEGACION DE LA HIDROVIA
PARAGUAY-PARANA
(PUERTO CACERES - PUERTO NUEVA PALMIRA)**

**INFORME FINAL
VOLUMEN I**

**CAPITULO 1 - INTRODUCCION
CAPITULO 2 - SINTESIS DE LOS TRABAJOS**

ASOCIACION HIDROSERVICE - LOUIS BERGER - EIH

Diciembre 1996

<p style="text-align: center;">HIDROVIA PARAGUAY - PARANA INFORME FINAL - ESQUEMA TEMATICO</p>
--

PARTE I - GENERAL

- Capítulo 1 - Introducción
- Capítulo 2 - Principales Resultados, Conclusiones y Recomendaciones
- Capítulo 3 - Criterios Generales de Análisis

PARTE II - RELEVAMIENTOS Y ESTUDIOS BASICOS

- Capítulo 4 - Cartografía Existente, Dragados Anteriores y Selección de Areas de Estudio
- Capítulo 5 - Relevamientos de Campo
- Capítulo 6 - Información General sobre Instalaciones Portuarias
- Capítulo 7 - Estudio Hidrológico

PARTE III - ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y ANTEPROYECTO

III.1 - Estudios de anteproyecto

- Capítulo 8 - Evaluación de la Flota y Selección de Embarcaciones de Proyecto
- Capítulo 9 - Proyectos Preliminares de las Obras de Navegación
- Capítulo 10 - Morfología Fluvial y Movimiento de Sedimentos
- Capítulo 11 - Estudio de los Sistemas de Ayuda a la Navegación

III.2 - Estudios de impacto ambiental

- Capítulo 12 - Evaluación del Impacto Ambiental de los Mejoramientos de la Hidrovía

III.3 - Estudios de economía de transporte

- Capítulo 13 - Análisis y Proyección de los Flujos de Transporte
- Capítulo 14 - Análisis de División Modal, Optimización Económica y Evaluación Financiera

III.4 - Análisis de la estructura institucional y administrativa

- Capítulo 15 - Implementación Institucional y Administrativa de la Hidrovía

PARTE IV - PROYECTO Y PLAN DE INVERSIONES

- Capítulo 16 - Proyectos Básicos de las Obras de Navegación
- Capítulo 17 - Mejoramientos de los Sistemas de Ayuda a la Navegación
- Capítulo 18 - Plan de Inversiones y Análisis Financiero
- Capítulo 19 - Plan de Desarrollo de la Hidrovía
- **Documentos de Licitación**
 - Pliego de Precalificación
 - Pliego de Licitación
 - Volumen 1: Condiciones Generales, Condiciones Contractuales y Proforma del Contrato
 - Volumen 2: Especificaciones Técnicas
 - Volumen 3: Instrucciones y Formularios para Preparación de las Ofertas
 - Volumen 4: Planos

HIDROVIA PARAGUAY - PARANA INFORME FINAL - CONTENIDO

VOLUMEN I

- . Capítulo 1 - Introducción
- . Capítulo 2 - Síntesis de los Trabajos

VOLUMEN II

- . Capítulo 3 - Criterios Generales de Análisis
- . Capítulo 4 - Cartografía Existente, Dragados Anteriores y Selección de Areas de Estudio
- . Capítulo 5 - Relevamientos de Campo (Secciones 5.1, 5.2 y 5.3 y Anexo 5.1)

VOLUMEN III

- . Capítulo 5 - Relevamientos de Campo (Anexos 5.2, 5.3 y 5.4)

VOLUMEN IV

- . Capítulo 5 - Relevamientos de Campo (Anexos 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9 y 5.10)

VOLUMEN V

- . Capítulo 6 - Información General sobre Instalaciones Portuarias

VOLUMEN VI

- . Capítulo 7 - Estudios Hidrológicos

VOLUMEN VII

- . Capítulo 8 - Evaluación de la Flota y Selección de Embarcaciones de Proyecto

VOLUMEN VIII

- . Capítulo 9 - Proyectos Preliminares de las Obras de Navegación

VOLUMEN IX

- . Capítulo 10 - Morfología Fluvial y Movimiento de Sedimentos
- . Capítulo 11 - Estudios Preliminares de los Sistemas de Ayuda a la Navegación

VOLUMEN X

- . Capítulo 12 - Evaluación del Impacto Ambiental de los Mejoramientos de la Hidrovía

VOLUMEN XI

- . Capítulo 13 - Análisis y Proyección de los Flujos de Transporte

VOLUMEN XII

- . Capítulo 14 - Análisis de División Modal, Optimización Económica y Evaluación Financiera

VOLUMEN XIII

- . Capítulo 15 - Implementación Institucional y Administrativa de la Hidrovía

VOLUMEN XIV

- . Capítulo 16 - Proyectos Básicos de las Obras de Navegación
- . Capítulo 17 - Mejoramientos de los Sistemas de Ayuda a la Navegación

VOLUMEN XV

- . Capítulo 18 - Plan de Inversiones y Análisis Financiero
- . Capítulo 19 - Plan de Desarrollo de la Hidrovía

DOCUMENTOS DE LICITACION

- . Pliego de Precalificación
- . Pliego de Licitación
 - Volumen 1: Condiciones Generales y Contractuales y Proforma del Contrato
 - Volumen 2: Especificaciones Técnicas
 - Volumen 3: Instrucciones y Formularios para Preparación de las Ofertas
 - Volumen 4: Planos

CAPITULO 1

INTRODUCCION

CAPITULO 1 - INTRODUCCION

INDICE

1.	ANTECEDENTES, TERMINOS DE REFERENCIA Y OBJETIVOS DE LOS TRABAJOS	1
2.	REALIZACION DE LOS TRABAJOS	7
3.	DESCRIPCION GENERAL DE LA HIDROVIA	12

CAPITULO 1 - INTRODUCCION

1. ANTECEDENTES, TERMINOS DE REFERENCIA Y OBJETIVOS DE LOS TRABAJOS

El CIH - Comité Intergubernamental de la Hidrovia Paraguay-Paraná en su segunda reunión, realizada del 14 al 17 de agosto de 1990 decidió la realización de los estudios básicos de la Hidrovia, divididos en dos partes, llamadas Módulo A y Módulo B. Los referentes al Módulo A, ó Fase I del programa de estudios, tuvieron por objetivo los mejoramientos prioritarios de los segmentos más importantes de la Hidrovia, y los relativos al Módulo B, correspondientes a la Fase II, se destinaron a la elaboración de un plan de desarrollo a largo plazo de toda la Hidrovia. Este último módulo fue por su vez dividido en dos partes, llamados Módulos B1 y B2. El primero se refiere a los estudios de carácter técnico-económico y el segundo, a estudios de carácter ambiental.

Para los estudios el CIH obtuvo la colaboración del BID -Banco Interamericano de Desarrollo y de la UNOPS -Oficina de las Naciones Unidas para Servicios de Proyecto, actuando esta última como agente ejecutivo.

Para la coordinación de los trabajos quedó establecida, con los auspicios de la UNOPS, la UNIDAD COORDINADORA, Organismo incumbido de la coordinación entre las entidades participantes y la coordinación y control de los trabajos de las empresas consultoras responsables.

El día 29 de Octubre de 1993 la UNOPS invitó a varias empresas consultoras a presentar propuestas para la realización de los estudios de los Módulos A y B1, resultando elegida la Asociación HIDROSERVICE-LOUIS BERGER-EIH para la ejecución de los estudios correspondientes a los dos módulos. El Contrato respectivo, entre la UNOPS y la Asociación se firmó el mes de Febrero de 1995, y los estudios comenzaron efectivamente el día 13 de Marzo del mismo año.

El presente informe final se refiere de forma integrada a los estudios del Módulo A y B1 cuyos objetivos se encuentran expresados de la siguiente manera en los Términos de Referencia de los trabajos:

- Módulo A - Mejoramiento de las Condiciones de Navegación en la Hidrovia Paraguay/Paraná desde el Puerto de Santa Fé a Corumbá / Puerto Quijarro y señalización desde el Puerto de Nueva Palmira a Corumbá / Puerto Quijarro.

“El propósito del Módulo A es evaluar el emprendimiento de mejoramientos prioritarios de las condiciones de navegación en los

segmentos más importantes de la Hidrovia Paraguay/Paraná a corto plazo. Estos mejoramientos son considerados como la Fase I del programa de la Hidrovia con el objeto de poner en práctica algunas medidas inmediatas que, con inversiones relativamente limitadas, puedan proporcionar un mejoramiento sustancial del transporte fluvial en la Hidrovia de 2.300 Kms de largo, o en alrededor del 65% del sistema total de la Hidrovia. La Fase I incluye básicamente dos tipos de medidas: mejoramientos en las ayudas para la navegación y adecuación de las dimensiones de los canales de navegación”.

- Módulo B1 - Estudios de Ingeniería y Factibilidad Económica de la Hidrovia Paraguay-Paraná (Puerto Cáceres - Puerto de Nueva Palmira) y Señalización desde Corumbá a Puerto Cáceres.

“El propósito del Módulo B o Fase II es el desarrollo de un programa secuencial para proyecto de mejoramiento e la navegación a mediano y largo plazo para toda la vía fluvial desde el puerto de Nueva Palmira sobre el río Uruguay al puerto de Cáceres, en el interior de Brasil. Los adelantos en la navegación que se considerarán en el Módulo B incluyen dragado inicial, modificaciones a la alineación de los canales de navegación, estabilización de canales, rectificación de tramos de la Hidrovia y regularización de los recursos hídricos. También deben considerarse mejoras en los sistemas de ayudas para la navegación, aunque solamente en el tramo de Corumbá a Cáceres, ya que sólo esta parte no está contemplada en el Módulo A”.

Más adelante, los Términos de Referencia señalan:

“Los aspectos ambientales e institucionales del Módulo B se consideran en términos de referencia por separado, Asimismo, los trabajos de planificación, bases de datos y el proyecto realizados en el Módulo A proporcionarán una base para las actividades a ser llevadas a cabo en el Módulo B1. De allí que uno de los objetivos principales de los consultores será obtener, evaluar e incorporar los resultados que correspondan de esos estudios para incluirlos en el desarrollo de los proyectos preliminares y en el plan de ejecución integrado de la cuenca”.

Cabe mencionar que, por decisión de la Unidad Coordinadora, los estudios institucionales pasaron a formar parte de los trabajos, siendo incluidos en el presente informe.

Los alcances de trabajo requeridos para cumplir con este objetivo, fueron fijados en los Términos de Referencia de la siguiente forma:

- **Módulo A**

- “1. Recopilación y revisión de toda la información disponible sobre las propiedades físicas, incluyendo datos hidrológicos, geológicos y geomorfológicos, así como registros históricos de dragado, informes existentes, dibujos y mapas;
- “2. Investigación en el terreno para determinar, en conjunción con los resultados de 1), la necesidad de un mayor trabajo de campo de la zona;
- “3. Realización de trabajos de campo, según sean necesarios, en los sectores críticos que requieran dragado o excavación de rocas;
- “4. Recolección de todos los datos disponibles sobre comercio fluvial e instalaciones, incluyendo estadísticas de transporte, informes y pronósticos económicos, estudios de factibilidad, costos/tarifas por medios de transporte, así como inventarios de la flota fluvial, equipo de dragado e instalaciones portuarias;
- “5. Verificación y actualización de la información recopilada en 4) para establecer el tráfico fluvial proyectado, y la composición existente y futura de la flota y economías potenciales en el transporte;
- “6. Desarrollo de estudios hidrológicos y morfológicos básicos, actualizados, utilizando para ello los resultados de 1), 2) y 3);
- “7. Desarrollo de modelos hidrodinámicos y sedimentológicos;
- “8. Optimización de la dimensiones de los canales de navegación basados en 5) y la concreción del punto 9);
- “9. Desarrollo de planes de dragado integral de implantación y mantenimiento y de excavación de rocas con costos calculados para cada paso y tramo fluvial crítico;
- “10. Evaluación del impacto ambiental de los mejoramientos propuestos en la Hidrovia;
- “11. Identificación de las necesidades y recomendaciones para el mejoramiento de las ayudas para la navegación con el propósito de facilitar la navegación nocturna y el mejoramiento de la seguridad náutica;
- “12. Análisis de la factibilidad general, económica y financiera, de los mejoramientos propuestos en la Hidrovia;

“13. Recomendaciones para la organización administrativa y gerencial de la implementación del proyecto; y

“14. Preparación de los documentos de licitación.”

- Módulo B1

“1. Recopilación y análisis de toda la información disponible sobre las propiedades físicas, incluyendo informes, planos y mapas; datos topográficos, hidrográficos, geotécnicos, meteorológicos, hidrológicos e hidráulicos; registros históricos de dragado y otras obras de navegación en la cuenca;

“2. Los estudios de campo que sean necesarios para complementar los que falten y proporcionar información suficiente para proyectos preliminares de ingeniería;

“3. Recopilación y análisis de la información disponible sobre comercio e instalaciones fluviales, incluyendo estadísticas de transportes, informes y proyecciones económicas, estudios de factibilidad, costos / tarifas por medio de transporte, así como un inventario de las flotas fluviales, equipos de dragado e instalaciones portuarias. Por otra parte, deben obtenerse e integrarse en forma de banco de datos, información económica, de recursos, mercados, población, desarrollo industrial y sistemas de transportes de la región;

“4. Verificación y actualización de los estudios mencionados en el punto anterior (3) para establecer la proyección del tráfico fluvial, la composición actual y futura de la flota y los ahorros potenciales en el transporte;

“5. Desarrollo del banco de datos para los estudios hidrológicos, hidráulicos, de sedimentación y morfológicos;

“6. Definición de esquemas alternativos para el mejoramiento de la Hidrovia por tramos fluviales;

“7. Proyectos preliminares para los esquemas de mejoramiento de la Hidrovia señalados anteriormente, incluyendo, entre otros:

- Desarrollo de modelos matemáticos hidrodinámicos y de sedimentación;
- Cálculo del volumen inicial de dragado y derrocamiento;
- Cálculo de los niveles de sedimentación y volumen del dragado de mantenimiento, prestando especial atención a las áreas de

confluencia con los principales tributarios y a las variaciones de condiciones hidráulicas;

- Sitios, volúmenes de trabajo y planes preliminares para regulación del lecho de los ríos y estabilización del canal de navegación;
 - Planes y proyectos preliminares de regularización hídrica y de estructuras de navegación, si se estiman necesarias;
 - Proyectos de fondeadores de maniobras y canales de acceso a los puertos principales. Con relación a este último aspecto, el Comité Intergubernamental definió que el estudio contemple los accesos de por lo menos, los siguientes puertos: Argentina, Barranqueras, Villa Constitución, Santa Fé y San Pedro, Bolivia - Central Aguirre y Puerto Busch; Brasil - Cáceres, Corumbá / Ladario y Puerto Murtinhio; y Paraguay - Concepción, Asunción y Pilar. De todos modos, el Consultor deberá preparar proyectos para todos aquellos puertos que considere prioritarios en base a los resultados del estudio;
 - Recomendación de métodos para el mejoramiento de la Hidrovia por tramos fluviales;
 - Plan de dragado y derrocamiento con definición de tipos y capacidades de los equipos de dragado y de los equipos auxiliares; ubicación de las operaciones de dragado y derrocamiento por tramos fluviales; fechas y temporadas para el dragado inicial y de mantenimiento; sitios para áreas de depósito y metodología, etc;
 - Identificación y estimados de costos de las medidas para mejorar la ecología o mitigar los impactos ambientales del proyecto, que debe realizarse en coordinación con el componente ambiental del Módulo B2 (que no es parte de estos términos de referencia).
- “8. Cálculo de los costos para los esquemas alternativos por componentes individuales del proyecto, por tramos fluviales y por país;
- “9. Comparación y optimización de los esquemas alternativos de acuerdo a los puntos 4) y 8) anteriores;
- “10. Determinación de la factibilidad económica y financiera del esquema recomendado por tramos fluviales y para todo el programa;
- “11. Identificación de las necesidades y desarrollo de recomendaciones para el mejoramiento del sistema de ayudas para la navegación en el tramo de Corumbá a Cáceres. En base a los acuerdos alcanzados en el marco de la Cuenca del Plata debe utilizarse como guía el sistema IALA B;

“12. Desarrollo de un plan de ejecución integrado para toda la Hidrovía, incluyendo elementos tales como:

- Identificación de componentes de proyectos prioritarios;
- Determinación de las necesidades de construcción, dragado, recursos humanos y otros requerimientos;
- Evaluación de las capacidades existentes en la región y en los países para satisfacer tales requerimientos;
- Determinación de las adquisiciones de equipos y servicios que se precisan;
- Recomendaciones para sistemas de capacitación y administración;
- Etapas óptimas de desarrollo y programa de inversiones por proyectos individuales y tramos fluviales; y
- Desarrollo de los términos de referencia para los proyectos, planes y especificaciones finales de los componentes de proyecto recomendados.”

En lo que se refiere al orden de ejecución de los trabajos, los Términos de Referencia estipularon que en primer término debían ser elaborados los proyectos prioritarios del Tramo Santa Fé - Corumbá / Canal Tamengo de la Hidrovía, considerando la demanda de transporte de corto plazo, esto es, hasta el año 2000. Con un defasaje de inicio de tres meses debían después ser realizados los estudios de planificación del Módulo B1, considerando la demanda de transporte de mediano y largo plazo, esto es, desde el año 2000 hasta el año 2020.

2. REALIZACION DE LOS TRABAJOS

Ya en la propuesta técnica de la Asociación, se complementaron los alcances indicados en los Términos de Referencia, de la siguiente forma:

a - Trabajos de campo

De acuerdo a los Términos de Referencia (punto 2), los consultores debían establecer las posibles necesidades de trabajos de campo adicionales y la metodología correspondiente, lo que sería objeto de un informe inicial a ser presentado al CIH. Posteriormente, "el CIH por medio de su Secretaría Ejecutiva, a través de la Unidad Coordinadora del Programa de Estudios de la Hidrovía Paraguay-Paraná hará entonces los arreglos necesarios con las entidades nacionales correspondientes para que el Consultor pueda llevar a cabo los trabajos de campo necesarios" (Términos de Referencia, punto V).

En la propuesta técnica, en cambio, ya se estableció un programa de trabajos de campo integrado, mediante un barco de relevamientos especialmente equipado. El programa de relevamientos fue establecido de común acuerdo con la Unidad Coordinadora, completándose su ejecución para el Módulo A, con los relevamientos en el Canal Tamengo, el día 03 de Agosto de 1995. Posteriormente los relevamientos continuaron en el tramo Corumbá-Cáceres, correspondiente al Módulo B1, que quedaron terminados el 7 de septiembre de 1995.

b - Estudios de economía de transporte

Los alcances de trabajo previstos en los puntos 4, 5 y 8 de los Términos de Referencia fueron estructurados y complementados en la propuesta técnica de la Asociación de acuerdo a la siguiente metodología:

1. Delimitación del Area de Influencia de la Hidrovía, esto es, del área dentro de la cuál pueda existir interés por parte de los agentes económicos en utilizar la Hidrovía como medio de transporte, y de las zonas de tráfico internas y externas, consideradas como puntos de origen y destino de mercaderías transportadas;
2. determinación de las capacidades de producción de mercaderías a granel en las zonas de tráfico productoras, a efectos de fijar los límites de producción que no deberían ser excedidos en las proyecciones de flujos de transporte;
3. análisis y proyección de los flujos globales de transporte, por origen y destino, para las mercaderías exportadas e importadas;
4. análisis y proyección de la división modal de los flujos globales de transporte, mediante un modelo matemático de simulación que

incluye la determinación de los costos de transporte Hidroviario y por otros modos;

5. análisis de optimización de alternativas de dimensionamiento de los canales de la vía navegable, cuyos parámetros básicos son el ancho de solera y la profundidad dragada, y la existencia, o no, de mejoras del sistema de señalización de la Hidrovía.

Los demás trabajos se realizaron dentro de la estructura general del análisis de optimización propuesto, esto es, los mismos se destinaron en una primera fase, correspondiente al nivel de estudios de factibilidad, a seleccionar la alternativa de dimensionamiento más apropiada, teniendo en cuenta los flujos de carga actuales y futuros. Se determinaron las variaciones posibles de las embarcaciones (convoyes) de proyecto y los correspondientes anchos y profundidades de canal, resultando en un total de 28 alternativas de canal (7 de ancho y 4 de profundidad) para cada paso de navegación. Los demás trabajos (hidrológicos, morfológicos, de proyectos preliminares, ayudas a la navegación e impacto ambiental) fueron orientados en el sentido de determinar los costos de capital y de mantenimiento de las alternativas indicadas. Se agregó también al análisis de optimización económica, una evaluación financiera de las alternativas, que fue considerada necesaria para fundamentar adecuadamente la selección a ser realizada.

Llegó un momento en la ejecución de los trabajos señalados, cuando los mismos estaban prácticamente completados, en que se verificó que la alternativa a ser elegida, resultante del análisis, debía ser aprobada y referendada por el CIH, antes de proceder a la elaboración de los proyectos y documentos de licitación de las obras. Fue solicitada, por lo tanto, una reunión que fue realizada el día 17 de Noviembre de 1995 en la sede de la UNOPS en Buenos Aires, en la cuál quedó establecido que después de completarse los análisis de alternativas, las respectivas conclusiones y recomendaciones serían sometidas al CIH, al que cabería la decisión final sobre la alternativa a ser elegida para la elaboración de los proyectos de licitación.

Las conclusiones y recomendaciones de los Consultores relativas a la alternativa de obras a ser seleccionada fueron sometidas a la Unidad Coordinadora el día 3 de enero de 1996, realizándose posteriormente algunos ajustes en base a observaciones formuladas por la misma. La decisión final sobre la alternativa a ser usada como base de licitación fue tomada por el CIH en reuniones realizadas en la Ciudad de Asunción en el mes de abril de 1996, siendo comunicada a la Asociación el día 26 de ese mes. Seguidamente se elaboraron los proyectos básicos y documentos de licitación de las obras de dragado, para las dimensiones de canal aprobadas por el CIH. Se elaboró también el proyecto de señalización de la Hidrovía en el Tramo Nueva Palmira-Corumbá y Canal Tamengo. El proyecto de informe final de los trabajos del Módulo A y los Documentos de Licitación se completaron en los meses de Junio y Julio de 1996.

Como se puede ver, la referida complementación de los Términos de Referencia, correspondiente a la metodología de la Propuesta Técnica de la Asociación que fue seguida en la ejecución de los trabajos, significó que en la práctica se invirtiera la secuencia metodológica prevista en aquellos Términos, habiéndose ejecutado en primer término los estudios de planificación, incluyendo la optimización de las dimensiones de los canales, y posteriormente los proyectos básicos de licitación de las obras de navegación basados en las soluciones optimizadas, después de su aprobación por el Comité Intergubernamental de la Hidrovía Paraguay-Paraná-CIH.

Se pudo corregir de esta forma, el criterio poco usual y no utilizado normalmente en métodos de planificación generalmente aceptados en la práctica mundial, de que por ser de corto plazo, las obras a ser previstas en una primera etapa de desarrollo deberían también basarse en la demanda de transporte de corto plazo. Los beneficios atribuibles a las obras de una primera etapa de desarrollo de un sistema de infraestructura económica se derivan a toda la demanda futura a ser atendida, no solo de la que se verifica a corto plazo. Lo que normalmente se estipula, en estudios de planificación de grandes obras de infraestructura como la Hidrovía, es fijar un “horizonte de planificación” suficientemente remoto, de forma que el efecto de del descuento de valores económicos futuros actué en el sentido de tomarlos insignificantes en términos de valor presente.

Las proyecciones de demanda en que se basó el análisis de las obras de corto plazo fueron, por lo tanto, las correspondientes a todo el período de planificación 1997-2020.

La realización de los trabajos de acuerdo con la metodología prevista en la Propuesta Técnica de la Asociación, incluyó, por lo tanto, la mayor parte de los estudios de planificación correspondientes al Módulo B1, ya en la etapa de estudios correspondientes al Módulo A. Se definió un área de influencia para toda la Hidrovía, realizándose los análisis y proyecciones origen-destino de los flujos de transporte globales correspondientes a las zonas de tráfico en que fue subdividida; se determinaron los costos de modos de transporte alternativos (hidroviario, carretero y ferroviario) determinándose, mediante un modelo de división modal, la demanda de transporte hidroviario; se determinaron, en base a proyectos preliminares, los costos de inversión inicial y de mantenimiento de alternativas de proyecto correspondientes a una amplia faja de dimensiones de canales y finalmente, combinando los beneficios derivados del análisis de división modal con los costos de las obras en un modelo de optimización, se determinaron las dimensiones de proyecto a ser usadas como base para los proyectos de licitación, como precedentemente indicado.

Una vez definidas las obras correspondientes a la 1ª Etapa de desarrollo del Tramo Santa Fé-Corumbá / Canal Tamengo de la Hidrovía (el proyecto de señalización se extendió, para embarcaciones fluviales, hasta Nueva

Palmira), quedaron por ser definidas, para un plan de desarrollo hasta el año 2020, correspondiente al horizonte de planificación adoptado, las siguientes posibilidades de obras de desarrollo:

1. obras de mejoramiento de la navegación en el Tramo Corumbá-Cáceres;
2. posibles ampliaciones futuras de las obras de la 1ª Etapa de Desarrollo del Tramo Santa Fé-Corumbá;
3. posibles obras fijas de estabilización / encauzamiento de canales;
4. obras de accesos portuarios

En el Tramo Corumbá-Cáceres de la Hidrovía, el Río Paraguay atraviesa el Pantanal de Mato Grosso, por lo que las obras que allí se proyecten deben ser motivo de tratamiento y cuidados especiales para tener en cuenta su posible impacto ambiental. Por la misma razón, los mejoramientos respectivos no fueron incluidos, en los Términos de Referencia, entre las obras prioritarias que serían objeto de licitación para construcción inmediata, sino que debían ser motivo, primeramente, de estudios de anteproyecto a nivel de factibilidad pasando a formar parte de los análisis de planificación del Módulo B1, ejecutados de forma separada de los estudios similares correspondientes al tramo de la Hidrovía aguas abajo de Corumbá.

Sin embargo, como la Hidrovía es una unidad infraestructural integrada y los posibles flujos de transporte oriundos de las zonas productoras de soja de Mato Grosso que pueden dirigirse a la Hidrovía por la terminal de Cáceres tienen influencia en el análisis económico del tramo abajo de Corumbá, aquellos flujos fueron incluidos en ese análisis, pero considerando el tramo Corumbá-Cáceres en su estado actual, sin mejoramientos.

Por otra parte, los cuidados ambientales a ser tenidos en cuenta en los estudios de anteproyecto de los mejoramientos del Tramo Corumbá-Cáceres debieron ser objeto de una definición por parte del ente brasileño con jurisdicción sobre ese tramo, complementando, en ese aspecto, los Términos de Referencia. Fue así que se recibió, el 5 de marzo de 1996, una manifestación de la Delegación Brasileña en el CIH, precisando las restricciones especiales que deberían ser observadas en la concepción de aquellos anteproyectos. Fue posible de esta forma, completar los estudios respectivos, así como también los análisis de división modal y optimización de la Hidrovía, incluyendo los posibles mejoramientos del Tramo Corumbá-Cáceres. Se completaron, asimismo, los estudios técnicos y económicos relativos a las otras tres posibilidades de obras de desarrollo mencionadas, esto es, las posibles ampliaciones futuras de las obras de la primera etapa, las posibles obras fijas de estabilización, y los accesos portuarios.

Ante la necesidad de coordinar la ejecución de los estudios técnico-económicos del Módulo B1 a cargo de la Asociación, con los ambientales del Módulo B2 a cargo del Consorcio Taylor-Golder-Consular-Connal, se realizaron reuniones en la sede de la UNOPS en Buenos Aires, con participación de representantes de la UNOPS, de la Unidad Coordinadora y

de los dos consorcios de consultores, los días 18 y 19 de abril de 1996. En estas reuniones fue acordado un "Cronograma Integrado" de realización de los trabajos, comprendiendo actividades de los dos grupos consultores.

En lo que hace a la Asociación HIDROSERVICE-LOUIS BERGER-EIH en el referido Cronograma Integrado se estableció la entrega, para el día 15 de septiembre de 1996, del "Proyecto de Informe Final Conjunto del Trabajo (A+B1)". Esa entrega fue realizada por la Asociación del día lunes 16 de septiembre de 1996.

Por tratarse, como se explicitó en las consideraciones precedentes, de un estudio integrado correspondiente a un sistema de transporte que constituye una unidad física y económicamente indivisa, se ha seguido en el texto del referido informe, para claridad de exposición, una lógica de presentación también integrada, agrupada por temas técnicos. En la misma versión se incluyeron todos los cambios, revisiones de texto, correcciones y complementaciones, solicitadas por la Unidad Coordinadora en base a su análisis de las versiones preliminares anteriormente presentadas de los informes correspondientes de forma separada a los trabajos de los Módulos A y B1.

El proyecto de informe final (Conjunto A+B1) fué por su vez motivo de examen por parte de la Unidad Coordinadora y de la Comisión Especial - COE del CIH que tuvo por cometido el examen final de nuestros trabajos. De esos exámenes surgieron algunas observaciones adicionales (acta de la 4a Reunión de la Comisión Especial, 18 y 19 de noviembre de 1996) en respuesta a los cuales se ejecutan otros cambios y revisiones que han quedado incorporadas a la versión final aquí presentada.

3. DESCRIPCION GENERAL DE LA HIDROVIA

El sistema fluvial Paraguay/Paraná (ver Figura 3.1) es una importante Hidrovia comercial que conecta el interior de América del Sur con los puertos de aguas profundas en el tramo inferior del río Paraná y en el Río de la Plata. De más de 3.300 Km de largo desde su nacimiento en Cáceres, Brasil, hasta el extremo final en el delta del Paraná, la Hidrovia proporciona acceso y sirve como importante arteria de transporte para grandes áreas de Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay. Materias primas agrícolas, petróleo y minerales, incluyendo soja, manganeso, hierro, cemento y roca calcárea, son algunos de los más importantes y valiosos productos comerciales que son transportados por la Hidrovia.

La Hidrovia sirve como acceso de transporte para grandes sectores de Brasil, Bolivia y Paraguay. Los mejoramientos en las condiciones de navegación pueden impulsar el desarrollo económico de estas zonas y aumentar el potencial exportador de los principales productos de la región. La Hidrovia puede ser también un factor importante en el desarrollo de la integración económica y del mercado común entre los países participantes.

Las cuencas fluviales de los ríos Paraguay y Paraná forman parte del sistema fluvial del Plata, uno de los mayores del mundo con 3.100.000 Km², que se extiende por los territorios de Brasil (1.415.000 Km²), Argentina (920.000 Km²), Paraguay (410.000 Km²), Bolivia (205.000 Km²) y Uruguay (150.000 Km²).

La cuenca de los ríos Paraguay y Paraná es la mas importante del sistema del Plata, con un área de drenaje de 2.605.000 Km² que representa el ochenta y cuatro por ciento del total de la Cuenca del Plata. Del total de la cuenca, el Paraná representa el 58%, con una superficie de 1.510.000 Km² y el Paraguay el 42% con 1.095.000 Km². El Paraná es el principal río de la cuenca, por su extensión y por la magnitud de los caudales que presenta, mientras que el río Paraguay es su principal tributario.

En esta cuenca existen dos elementos distintivos que son el Pantanal Matogrosense, ubicado en la subcuenca del Alto Paraguay, al norte del río Apa y el Delta, ubicado en la desembocadura del río Paraná en el río de la Plata. El Pantanal es una inmensa planicie inundable de aproximadamente 140.000 Km², de una extraordinaria riqueza en flora y fauna. El Delta por su parte constituye una zona de aproximadamente 15.000 Km² en que el río Paraná distribuye sus aguas en una gran cantidad de brazos y cauces entrelazados dando una complicada configuración de innumerables grupos de islas.

El kilometraje de la Hidrovia tiene su inicio en el Puerto de Buenos Aires, siguiendo por el Río de la Plata y el Paraná Guazú en la zona del Delta, hasta llegar al Paraná propiamente dicho. Las cartas náuticas brasileñas tienen un kilometraje con inicio en la Confluencia Paraná-Paraguay (Km 1240).

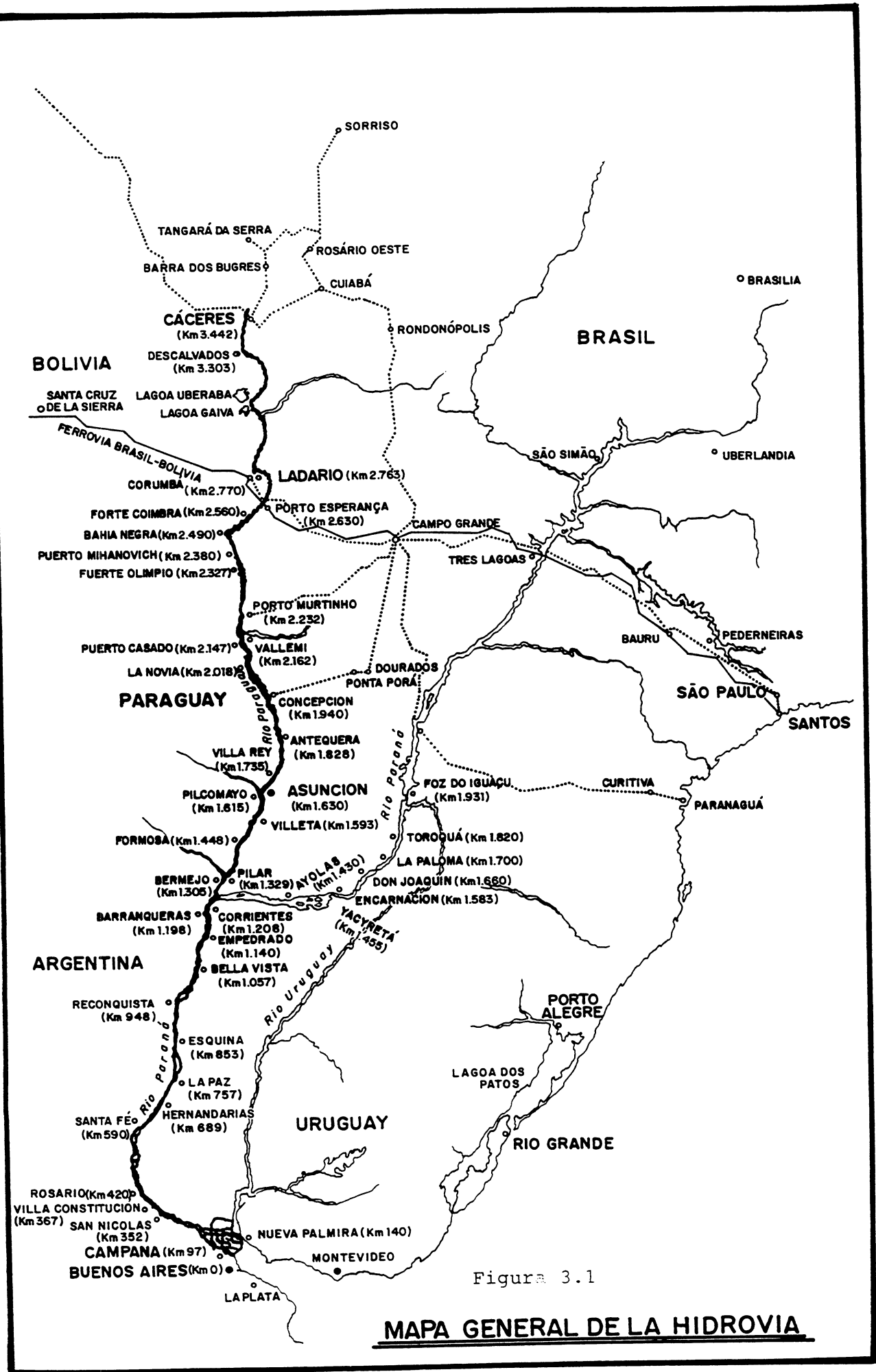


Figura 3.1

MAPA GENERAL DE LA HIDROVIA

- Río Paraguay:

El río Paraguay es un río meandroso con escurrimiento en dirección norte-sur que recorre una longitud de 2.550 Km. Nace en el Mato Grosso en 14° 20' de latitud Sur y desemboca en el río Paraná, al norte de la ciudad argentina de Corrientes. Este lugar es identificado como Confluencia (Km 1240).

El ancho de la planicie de inundación del Alto Paraguay (al norte del río Apa) varía entre 1 y 15 Km. En el tramo medio del río Paraguay (Asunción-río Apa), este ancho es de 5 a 10 Km, siendo inundable en general la margen derecha (oeste). Al sur de Asunción las crecidas se desarrollan en ambas orillas, inundando zonas de 10 a 15 Km.

El ancho medio del cauce principal es variable a lo largo del río. En términos generales, hasta el río Apa el ancho es de 120 a 600 m. Dentro del Pantanal se tienen anchos aún menores, variando de 40 a 200 m. Al sur del río Apa, el río se ensancha y al sur de Asunción y hasta su desembocadura el ancho promedio es de 700 m, variando entre 260 y 2.700 m.

El río Paraguay en su trecho superior, al norte de la ciudad de Cáceres, presenta un ciclo hidrológico con épocas de inundaciones (diciembre a marzo) y de estiaje (agosto a octubre), bien definidas, con variaciones relativamente rápidas de los niveles de agua y declividades de las líneas de agua relativamente elevadas. En las proximidades de Cáceres hasta la entrada al Pantanal Matogrosense (Barra do Bracinho - Km 3282) hay una sensible reducción en las pendientes.

A partir de la Barra Norte do Bracinho los terrenos marginales se presentan mucho más bajos y planos, con serias dificultades de drenaje. Estos terrenos son designados genéricamente como Pantanal Matogrosense. Aquí las aguas del río Paraguay y sus afluentes, al igual que el agua precipitada, son retenidas cubriendo grandes áreas. El retorno de estas aguas al curso de agua principal es lento y gradual, por descarga superficial sobre los terrenos, por infiltración a través de las barreras que retienen las aguas y forman los lagos y lagunas típicas de esta región o a través del escurrimiento subsuperficial.

Las dificultades de drenaje son tales que un elevado porcentaje de esas contribuciones es perdida por evapotranspiración. Esa pérdida es aproximadamente equivalente a la precipitación directa. El embalsamiento de las aguas, juntamente con los fenómenos de evaporación e infiltración tiene como consecuencia una sensible amortiguación de las inundaciones. En época de estiaje se produce la descarga de parte del agua acumulada incrementando los caudales de estiaje aguas abajo. Este almacenamiento y la consecuente liberación de agua ocurre tanto en forma estacional como en períodos de tiempo mayores, es decir provocando una regulación multinual,

lo cuál significa que en los años secos se produce la liberación del agua acumulada en los años húmedos.

Este efecto regulador provoca una demora de alrededor de 3 ó 4 meses en la ocurrencia del pico de crecida, ya que aguas arriba del Pantanal (Cáceres) las crecidas tienen su pico entre los meses de febrero y marzo, mientras que aguas abajo (Corumbá) generalmente se dan en el mes de junio.

En la desembocadura en el río Paraná se genera una curva de remanso que hace sentir su influencia en el tramo terminal del río Paraguay. Los ríos Bermejo y Pilcomayo también contribuyen a la formación de la curva de remanso.

También contribuye a la formación del remanso, la diferencia en el régimen de crecidas entre el río Paraná y el río Paraguay. La onda de crecida proveniente del río Paraguay llega con un retardo de aproximadamente 3 meses con respecto a la onda proveniente del alto Paraná en Confluencia. Esto implica que la máxima descarga del Paraguay ocurre cuando el Paraná lleva menores caudales, es decir no se superponen los efectos de la crecida, sino desfasados en el tiempo.

- **Río Paraná:**

El río Paraná nace de la confluencia de los ríos Grande y Paranaíba, entre los estados brasileños de Sao Paulo, Minas Gerais y Mato Grosso do Sul y tiene una extensión de 2.570 km. Forma parte de la Hidrovía a través de su tramo medio e inferior, es decir desde la Confluencia con el río Paraguay hasta su desembocadura en el Río de la Plata.

El tramo comprendido aguas arriba de Confluencia constituye el Alto Paraná. Este tramo es intensamente utilizado mediante represamientos tanto en los trechos limítrofes de Argentina y Brasil con el Paraguay como en territorio brasileño. La regulación provocada por estas obras ha incrementado los niveles de estiaje del río Paraná.

Luego de la Confluencia, se desarrolla el Paraná Medio, con un longitud de 700 Km. La pendiente media es de 4,5 cm/km. Es un típico río de llanura, con orillas formadas por sus propios depósitos aluviales, con una expansión progresiva del valle aluvial. Corre a través de numerosos brazos e islas de varios kilómetros que forman un cauce entrelazado, creando múltiples tramos de canales. El ancho del cauce es muy variable, de 400 a 8.000 m con un valor promedio de 2.800 m, y se caracteriza por tener una extensa planicie de inundación, variable entre 6 y 40 Km. El Paraná Medio típicamente presenta una margen izquierda elevada y una margen derecha pobremente definida e inundable.

Aguas abajo de Diamante (Km 535), el río es denominado Paraná Inferior, hasta su desembocadura. En Rosario la sección principal del río tiene un ancho de 2 Km mientras que su planicie de inundación alcanza los 57 Km. En general la margen inundable cambia hacia la izquierda. Los picos de caudal en la zona baja del río Paraná se dan, en términos generales entre los meses de enero y abril mientras que el período de aguas bajas ocurre entre agosto y noviembre.

El tramo terminal del río Paraná está influenciado por el régimen mareológico del río de la Plata, que puede hacer sentir su efecto hasta Rosario (Km 420).

- Pendientes de la línea de agua

Los ríos Paraguay y Paraná, se caracterizan por tener un escurrimiento que se desarrolla con pendientes muy bajas. La ciudad de Cáceres (Km 3.440), punto terminal de la Hidrovía, está a menos de 130 m sobre el nivel del mar.

La pendiente del río Paraná decrece gradualmente hacia aguas abajo de Confluencia, lo cual se manifiesta en la aparición de meandros, lagunas, riachos, etc. a lo largo de este valle. Decae desde un valor de 6 cm/km al inicio del Paraná Medio a valores de 2,6 a 3,1 cm/km en el tramo San Nicolas-Ramallo y 2,1 cm/km en el tramo Ramallo-San Pedro, lo cual tiene respuesta en el gran incremento de meandros que presenta el Paraná de las Palmas. Este cambio se evidencia también en la influencia creciente del régimen de mareas del Río de la Plata.

En el Río Paraguay se verifican pendientes más constantes. Como ejemplo, en un año típico, la pendiente en el tramo Ladario-Asunción ha variado entre un valor máximo del orden de 2,7 cm/km y un mínimo de 2,3 cm/km.

- Caudales y velocidades

El caudal medio anual del río Paraguay antes de su desembocadura es de 4.500 m³/s mientras que el río Paraná tiene un caudal promedio de 16.000 m³/s.

En general a lo largo de toda la Hidrovía las velocidades son bajas, a causa de la poca pendiente del propio lecho y muchas veces, por la influencia de los remansos provocados por la descarga de algunos tributarios.

En el tramo Corumbá - río Apa no se han medido velocidades superiores a 0,90 m/s. Esto ha sido corroborado por las mediciones efectuadas por los Consultores en 1995. Aguas abajo del río Apa se midieron algunos valores superiores (Casado, Lamboné y Rosario) de hasta 1,12 m/s aunque en general se mantiene el límite de 0,90 m/s.

Velocidades más altas se dan sólo en algunos puntos aislados donde ocurren estrechamientos del cauce, fondos rocosos u obstrucciones por puentes, ya que los fondos arenosos y la baja pendiente de la línea de agua no permiten el desarrollo de altas velocidades.

En el río Paraná, las mediciones muestran un notable aumento de las velocidades medias con valores de hasta 1,3 m/s y sobrepasando frecuentemente 1 m/s. En el río Paraná las velocidades promedio en grandes crecientes alcanza valores superiores a 2 m/s.

- Materiales de Fondo y Sedimentos

En su parte superior (región del Pantanal), el río Paraguay presenta un curso excavado en suelos de características arcillo limosas. Más al sur el lecho se caracteriza en general por la presencia de arenas.

Al sur del río Apa, el río penetra en una zona más encauzada con algunos afloramientos rocosos en su lecho así como en sus márgenes constituidos básicamente por conglomerados de arcilla y canto rodado consolidado, así como también por areniscas, muy fragmentadas. Próximo a Asunción el río atraviesa una formación basáltica en el paso conocido como Remanso Castillo. Aguas abajo el río continúa con su característica principalmente arenosa pero con una muy buena definición de márgenes.

Al sur de la ciudad de Formosa recibe las aguas del río Bermejo que le aporta una enorme volumen de sedimentos muy finos (wash load), que se incorpora a la masa de agua del río Paraguay que la transfiere al Paraná para terminar depositadas en parte en la zona del delta del Paraná y en su mayor parte en el Río de la Plata.

El río Paraná se caracteriza por tener un cauce totalmente excavado en arena, con una margen relativamente alta, la ubicada sobre su izquierda en las Provincias de Corrientes y Entre Ríos en Argentina, y una margen baja inundable sobre su derecha en la Provincia de Santa Fe. Esta situación no es constante y se invierte en alguna medida en la parte inferior del curso.

Los sedimentos de granos más gruesos son (en el rango de las arenas) generalmente transportados como material de fondo. Este transporte tiene como resultado el desarrollo y la migración aguas abajo de formaciones de dunas (ondas de arena en el fondo).

Las obras de dragado para mejorar la navegación en la Hidrovía están localizadas en sitios denominados pasos, cuyo principal problema es la pérdida de profundidad por causa de la deposición de sedimentos.

Los sedimentos del fondo del río Paraguay generalmente son arenas finas a medias. Algunos de los cauces tributarios, tal como el río Apa, llevan arena

que resulta en la formación de bancos. Más al sur, en la desembocadura del río Bermejo, se encuentran sedimentos finos y arcillosos que forman depósitos de materiales que generalmente son luego erosionados durante las crecidas.

Los sedimentos del río Paraná generalmente también son arenas de grano fino a medio. Las características granulométricas de los sedimentos del fondo han sido determinadas a lo largo del tramo Santa Fé - Corumbá a partir de las muestras obtenidas durante las mediciones efectuadas por los Consultores en 1995.

CAPITULO 2

SINTESIS DE LOS TRABAJOS

CAPITULO 2

SINTESIS DE LOS TRABAJOS

INDICE

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUCCION	1
1.1 PRESENTACION	1
1.2 PROBLEMÁTICA BÁSICA: CARACTERIZACIÓN DE LA “SITUACIÓN ACTUAL” Y GARANTÍA DE MANTENIMIENTO DE LA NAVEGACIÓN.....	4
1.3 METODOLOGÍA BÁSICA DE ANÁLISIS.....	8
1.4 NIVELES DE REDUCCIÓN.....	12
2 RELEVAMIENTOS Y ESTUDIOS TÉCNICOS BÁSICOS	14
2.1 DATOS CARTOGRAFICOS E HIDROGRAFICOS	14
2.2 DRAGADOS ANTERIORES	15
2.3 SELECCIÓN DE ÁREAS DE ESTUDIO	16
2.4 RELEVAMIENTOS DE CAMPO	18
2.4.1 Tramo Santa Fe-Corumbá/Canal Tamengo.....	18
2.4.2 Tramo Corumbá-Cáceres	21
2.5 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS	22
2.6 INFORMACIONES SOBRE INSTALACIONES PORTUARIAS	24
2.7 ANÁLISIS DE LA FLOTA Y SELECCIÓN DE LAS EMBARCACIONES DE PROYECTO	25
3 RELEVAMIENTOS Y ESTUDIOS BÁSICOS DE ECONOMÍA DE TRANSPORTE.....	28
3.1 DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA VÍA DE NAVEGACIÓN.....	28
3.2 CAPACIDADES Y COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LOS PRINCIPALES “COMMODITIES”	28
3.3 ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE LOS FLUJOS GLOBALES DE TRANSPORTE	30
3.3.1 Selección de Productos	30
3.3.2 Situación “Sin Proyecto” y “Con Proyecto” (Tráfico Generado) ..	30
3.3.3 Hipótesis de Proyección.....	31
3.3.4 Proyección - Situación “Sin Proyecto”	31
3.3.5 Proyección - Situación “Con Proyecto” (Tráfico Generado).....	33
4 ESTUDIOS DE PROYECTO PRELIMINARES.....	35
4.1 CONSIDERACIONES GENERALES	35

	<u>Pág.</u>
4.2 PROYECTOS PRELIMINARES - TRAMO SANTA FE-CORUMBA.	36
4.2.1 Obras de Canalización	36
4.2.2 Análisis de Modelo y Determinación de los Volúmenes de Dragado de Mantenimiento.....	37
4.2.3 Mejoramiento de los Sistemas de Ayuda a la Navegación	38
4.2.4 Estimaciones de Costos.....	44
4.3 PROYECTOS PRELIMINARES - TRAMO CORUMBA-CACERES..	44
4.4 AMPLIACION DEL TRAMO ASUNCION-CORUMBA - FACTIBILIDAD DEL ENSANCHE DE CURVAS	49
4.5 ESTABILIZACION DE CANALES	50
4.5.1 Fases de Implementación de las Obras de Estabilización.....	50
4.5.2 Identificación de Posibles Emplazamientos de Obras de Estabilización	52
4.5.3 Estimación de los Posibles Beneficios de la Estabilización	53
4.5.4 Desarrollo de un Programa de Estabilización de Canales	54
4.6 CANALES DE ACCESO A PUERTOS.....	55
4.7 EMBALSES DE REGULARIZACION	56
5 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	57
6 ANALISIS DE DIVISION MODAL, OPTIMIZACION ECONOMICA Y EVALUACION FINANCIERA	66
6.1 OBJETIVOS DE LOS ANALISIS	66
6.2 MODELO DE SIMULACION DE LA DIVISION MODAL Y ANALISIS ECONOMICO.....	67
6.3 PARAMETROS Y METODOS BASICOS DE ANALISIS ECONOMICO.....	68
6.4 COSTOS DE TRANSPORTE.....	70
6.5 FLUJOS DE TRANSPORTE POR LA HIDROVIA	72
6.6 EVALUACION ECONOMICO-FINANCIERA DE LAS MEJORAS A LA NAVEGACION EN EL TRAMO SANTA FE- CORUMBA.....	72
6.6.1 Análisis de Optimización Económica.....	72
6.6.2 Análisis de Evaluación Financiera.....	80
6.6.3 Conclusiones y Recomendaciones.....	83
6.6.4 Selección de la Alternativa de Proyecto	84
6.7 MEJORAS A LA NAVEGACION EN ELTRAMO CORUMBA- CACERES.....	85
6.7.1 Consideraciones Generales	85
6.7.2 Información Básica	87
6.7.3 Análisis de División Modal.....	93
6.7.4 Análisis de Evaluación Económica	94
6.7.5 Análisis de Evaluación Financiera	103
6.7.6 Conclusiones y Recomendaciones.....	103
6.8 EVALUACION DE LA AMPLIACION DE CAPACIDAD DE LA HIDROVIA	109

	<u>Pág.</u>
6.9 EVALUACION DE LAS OBRAS DE ESTABILIZACION DE CANALES	111
6.10 EVALUACION DE ACCESOS PORTUARIOS	112
6.11 COMPLEMENTACION DE LA EVALUACION ECONOMICA DE LA HIDROVIA	113
7 ESTRUCTURA INSTITUCIONAL Y ADMINISTRATIVA PARA LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO	115
8 ESTUDIOS A NIVEL DE PROYECTO BASICO DE LAS OBRAS DEL TRAMO SANTA FE-CORUMBA/CANAL TAMENGO	122
8.1 CONSIDERACIONES GENERALES	122
8.2 PROYECTOS BASICOS DE LAS OBRAS DE NAVEGACION	122
8.2.1 Criterios de Diseño	122
8.2.2 Lugares de Vaciado	124
8.2.3 Estimación de los Volúmenes de Dragado de Mantenimiento	124
8.2.4 Programa de Dragado.....	125
8.2.5 Planos de Proyecto.....	127
8.2.6 Estimaciones de Volúmenes y Costos de los Dragados	127
8.2.7 Canal Tamengo - Alternativa	129
8.3 SISTEMAS DE AYUDA A LA NAVEGACION.....	129
8.4 ANALISIS TECNICO-ECONOMICOS FINALES	131
8.4.1 Confirmación de los Analisis de Factibilidad	131
8.4.2 Análisis Financiero	133
8.4.3 Implementación Financiera de las Obras	134
8.5 DOCUMENTOS DE LICITACION	135
8.6 CONSTRUCCION POR ETAPAS	139
9 PLAN DE DESARROLLO 1997-2020 DE LA HIDROVIA	141
9.1 INTRODUCCION.....	141
9.2 DETALLE DE LAS OBRAS CONSIDERADAS PARA EL PLAN DE DESARROLLO	142
9.2.1 Detalle de la 1ª Etapa de Desarrollo	142
9.2.2 Ampliación Futura de las Obras de la 1ª Etapa.....	142
9.2.3 Mejoramiento de la Navegación en el Tramo Corumbá-Cáceres ..	143
9.2.4 Obras de Estabilización de Canales.....	144
9.2.5 Navegación en el Tramo Santa Fe-Nueva Palmira	145
9.2.6 Obras de Accesos Portuarios.....	145
9.3 ASPECTOS INSTITUCIONALES	146
9.3.1 Implementación Financiera	146
9.3.2 Implementación Institucional	146
9.4 EJECUCION DE LAS OBRAS	148
9.4.1 Obras de Canalización y Señalización.....	149
9.4.2 Obras de Estabilización de Canales.....	149
9.4.3 Obras de Accesos Portuarios.....	150

	<u>Pág.</u>
9.5 SINTESIS DE LAS MEDIDAS RECOMENDADAS	150
9.6 PROGRAMAS Y PERMISOS AMBIENTALES	153
9.7 EMBALSES	155
9.8 PLAN DE INVERSIONES	155
10 BASE DE DATOS.....	159

CAPITULO 2 - SINTESIS DE LOS TRABAJOS

1. INTRODUCCION

1.1 PRESENTACION

Se presenta en este Capítulo una síntesis del informe completo de los trabajos realizados, poniendo en relieve sus principales resultados, conclusiones y recomendaciones.

En esta presentación se ha tenido en cuenta que, independientemente de la realización de los trabajos en las dos fases correspondientes a los Módulos A y B1, se trata en realidad de un único estudio integrado de toda la Hidrovia. Por ello, y para claridad de exposición, la presentación tanto del informe completo como de la presente síntesis, sigue una lógica temática conjunta, habitual en la presentación de estudios de planificación y proyecto de obras de ingeniería componentes de una gran unidad de infraestructura económica. De acuerdo a esa lógica, la exposición se ha organizado de la siguiente forma:

1 - Parte introductoria

Presentación del trabajo, caracterización de la problemática básica, metodología de análisis y comentarios sobre el parámetro hidrológico básico relativo a los niveles de reducción.

2 - Relevamientos y estudios técnicos básicos

Recolección de datos cartográficos y batimétricos, datums; estadísticas de dragados anteriores; selección de áreas de estudio; programación y ejecución de relevamientos de campo; recolección de datos hidrométricos; estudios hidrológicos; levantamiento de datos sobre instalaciones portuarias; levantamiento de datos y evaluación de la flota de embarcaciones fluviales; selección de las embarcaciones de proyecto.

3 - Relevamientos y estudios básicos de economía de transporte

Recolección de datos sobre redes y costos de transporte carretero, ferroviario e hidroviario; definición de zonas de tráfico y delimitación del área de influencia de la Hidrovia; recolección de datos y estimación de los límites de capacidad productiva y costos de producción de mercaderías a granel en las zonas productoras; recolección de datos nacionales y mundiales sobre producciones, precios y transporte de los productos de interés de la Hidrovia. Análisis y proyección 1997-2020 de los flujos globales de transporte de cargas por origen y destino, del área

de influencia de la Hidrovia, para las situaciones “sin proyecto” y “con proyecto” (cargas generadas por la Hidrovia).

4 - Estudios de proyecto preliminares

. Obras de dragado y señalización

Preparación de proyectos preliminares de las obras de dragado y derrocamiento para diversas alternativas de las variables de decisión (anchos y profundidades de canales); estimación de los volúmenes de dragado de apertura, de los costos de equipos y unitarios de dragado y derrocamiento, y de los costos de dragado de apertura de las alternativas; análisis morfológico, preparación y procesamiento del modelo matemático hidrodinámico y de transporte de sedimentos HEC-6 del U.S. Corps of Engineers, y estimación de los volúmenes de dragado de mantenimiento y de los costos respectivos; análisis e identificación de las mejoras del sistema de ayudas a la navegación de la Hidrovia; análisis y selección de tipos de boyas y balizas; listado de señales existentes, a sustituir y nuevas , y estimación de los costos de adquisición y mantenimiento.

. Obras de estabilización, ampliación de curvas y accesos portuarios

5 - Evaluación del impacto ambiental de las obras

Análisis del impacto de las obras sobre el medio físico, biótico y antrópico; modelos matemáticos de simulación del escurrimiento a lo largo de varios tramos de la Hidrovia, y de dispersión del lanzamiento del material dragado; medidas de mitigación y monitoreo ambiental; estimación de los costos ambientales.

6 - Análisis de división modal, optimización económica y evaluación financiera

Preparación y procesamiento de un modelo matemático de simulación del transporte y división de los flujos globales pronosticados entre los tres modos considerados; determinación de los calados medios utilizados por las embarcaciones en función de la persistencia de niveles de agua y de la profundidad de dragado; análisis para la definición del “caso base” descrito en la sección 1.2 anterior; análisis económico de las alternativas de dimensionamiento de las obras de navegación, utilizando el modelo de simulación de transporte, y determinación de la alternativa óptima desde el punto de vista económico; análisis de sensibilidad; evaluación financiera de la alternativa económicamente óptima bajo varias hipótesis de contribución de los usuarios y análisis de sensibilidad; presentación de los resultados de los análisis al Comité Intergubernamental de la Hidrovia Paraguay-Paraná y selección de la

alternativa que deberá ser objeto del diseño final de ingeniería y llamado a licitación, para las obras prioritarias del tramo Santa Fe-Corumbá / Canal Tamengo.

7 - Análisis y recomendaciones para la estructura institucional, administrativa y gerencial de la implementación del proyecto

Marco institucional actual de la Hidrovia: Tratados, acuerdos generales, acuerdos bilaterales, leyes y reglamentaciones nacionales; convenciones de los ríos Rhin y Danubio: organización institucional, régimen para la navegación, atribuciones y obligaciones de las comisiones centrales y de los países miembro; análisis y planteo de alternativas y propuesta de la estructura recomendada para la implementación del proyecto; recursos humanos y capacitación profesional.

8 - Proyectos básicos y análisis económico-financieros finales de las obras prioritarias

. Obras de dragado

Criterios de proyecto; equipos y métodos de dragado y derrocamiento; lugares de vaciado; descripciones de proyecto de curvas y pasos críticos de material duro; planes y cronogramas de dragado; estimativas de volúmenes y estimaciones de costos de dragado de apertura y mantenimiento; planos de proyecto.

. Sistemas de ayuda a la navegación

Recapitulación de los análisis básicos; indicación de señales en los planos de proyecto; planos de ubicación a lo largo de toda la Hidrovia; unidades de mantenimiento de la señalización; listas finales de cantidades; estimaciones de costos de inversión y mantenimiento.

Ratificación de los análisis económicos de factibilidad; análisis financiero: contribuciones de los usuarios, otras fuentes de financiamiento, flujos de caja; implementación financiera de las obras.

Criterios y premisas utilizadas para la preparación de los documentos de licitación; documento de precalificación; condiciones generales, condiciones contractuales y proforma de contrato; especificaciones técnicas; instrucciones y formularios para preparación de las ofertas; planos de proyecto

9 - Plan de desarrollo 1997 - 2020 de la Hidrovia

Obras de la 1ª Etapa de Desarrollo; obras de estabilización de canales; accesos portuarios; consideraciones sobre posibilidades de obras no

incluidas en el Plan: obras del tramo Corumbá-Cáceres y ampliaciones de las obras de la 1ª etapa; plan general de inversiones.

1.2 PROBLEMÁTICA BÁSICA: CARACTERIZACIÓN DE LA “SITUACIÓN ACTUAL” Y GARANTÍA DE MANTENIMIENTO DE LA NAVEGACIÓN

El problema básico que se plantea en la caracterización de las condiciones de navegación de la Hidrovia, y que se refiere, principalmente, a la situación en el Río Paraguay y, en menor grado, también a la del Río Paraná, se relaciona con el régimen hidrológico anormal en los dos ríos.

En el Río Paraguay, después de una alternancia relativamente normal de períodos de aguas altas y bajas entre 1911 y 1961, se presentó un período de aguas extremadamente bajas que duró de 1962 a 1973 (12 años) y que fue seguido por uno de aguas altas de 1974 a 1993, último año de registro levantado, pero que continúa hasta la fecha del presente informe, esto es, un período de 22 a 23 años.

En el Río Paraná se registra una situación similar: diversos años con aguas bajas entre 1962 y 1971, y un período de aguas altas que comienza en 1972 y perdura hasta el presente. Para este río, sin embargo, se ha concluido, en base a los análisis realizados, que el aumento de niveles registrados a partir de 1972 es debido, en buena parte, a la regularización producida por los numerosos embalses de gran capacidad construidos a partir de la década de 1950 en territorio brasileño. Esta regularización, consubstanciada en un informe obtenido de ELETROBRAS - Centrais Electricas Brasileiras S.A., ha sido considerada en los análisis mencionados, que llevaron a la constatación de una elevación del orden de 1,00 m de los niveles mínimos del río, que debe ser considerada permanente. Explicación semejante no es posible en el Río Paraguay (que no dispone de embalses de regularización en su cuenca), de forma que en este río debe ser considerada la posibilidad de una repetición de períodos prolongados de aguas bajas, como los registrados en la década de los años 60 y también en épocas anteriores, aunque con menor duración.

La navegación en el río Paraguay, después de un inicio registrado a partir de mediados de la década de 1950 con la explotación de las minas de hierro de Mutum y Urucum en el área de Corumbá / Pto. Quijarro, quedó interrumpida en el período de aguas bajas 1962-1973. Seguidamente, sin embargo, aprovechando el período de aguas altas que comenzó en 1974, la navegación y las actividades económicas de producción de cargas a granel, se desarrollaron de forma vigorosa, especialmente en lo que se refiere a producción y transporte hidroviario de minerales de hierro y manganeso, soja y sus subproductos, trigo, petróleo, clinker y calcáreo para producción de cemento y productos forestales.

Las variaciones de nivel mencionadas constan en los gráficos de las figuras 1.2.1 y 1.2.2 que muestran los registros de los hidrómetros de Ladario y Asunción, en el río Paraguay, y de Corrientes y Parana en el Parana, para el periodo 1961-1993.

Un estudio como el presente, si hubiera sido realizado al comienzo de los años 70, habría concluido probablemente, que con un conjunto substancial de obras de dragado y derrocamiento se podría provocar la generación de un importante aumento de actividades económicas y el correspondiente flujo de cargas por la Hidrovia, que hubiera sido difícil de justificar.

El período de aguas altas a partir de 1972/1974 equivalió, en la práctica, a la realización de ese “proyecto”, llevando a la concreción de las actividades económicas y respectivo flujo de transporte hidroviario. En las condiciones actuales la situación se invierte: ya no se trata de justificar la generación de actividades económicas que sería causada por obras de dragado, sino la ejecución de obras de dragado para prevenir un posible colapso o desaparición de actividades económicas existentes.

Esto lleva a la cuestión de si los Países Miembros de la vía de transporte fluvial deben o no conceder a sus usuarios una garantía de continuidad de navegación, comprometiéndose a ejecutar y mantener las obras respectivas. Legalmente, el recurso natural constituido por la vía fluvial es propiedad de las sociedades de los Países Miembros, representadas por sus gobiernos. Estos deberán por lo tanto, decidir si conceder, o no, esa garantía.

Se trata de una decisión económica. En otras vías de transporte fluvial del mundo, donde la práctica de la navegación se remonta a épocas históricas y los flujos han llegado a niveles muy expresivos, no resta duda que la garantía de continuidad de la navegación es una obligación de los países participantes, ampliamente justificada por los beneficios que representa para sus economías. En las convenciones de los ríos Rhin y Danubio, por ejemplo, existen cláusulas fundamentales que comprometen los Países Miembros de esas vías navegables a ejecutar y mantener las obras de navegación respectivas.

En los acuerdos celebrados por los países Miembros de la Hidrovia no existe todavía, de forma general, ese tipo de compromiso. Existen, sí, acuerdos bilaterales entre Argentina y Paraguay para el dragado del Río Paraguay entre Confluencia y Asunción, legislación interna de Argentina para el Dragado del Río Paraná y del Río de la Plata bajo su jurisdicción, y acuerdos entre Argentina y Uruguay para el dragado del Río de la Plata en áreas de jurisdicción compartida. Pero no existe ningún tipo de compromiso formal que garantice el mantenimiento de la vía navegable entre Asunción y Corumbá.

Figura 1.2.1
Limnigramas Mensuales Observados

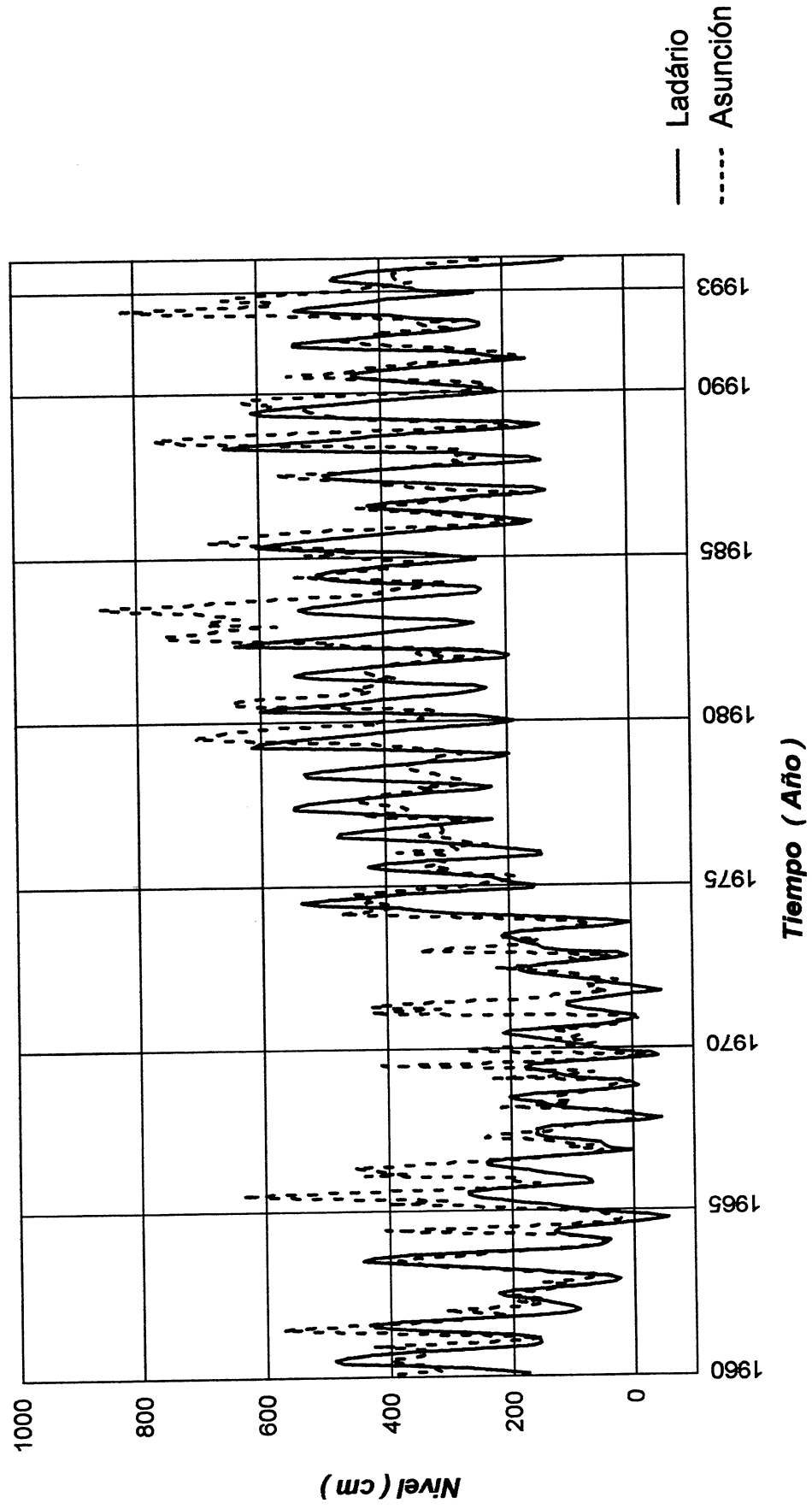
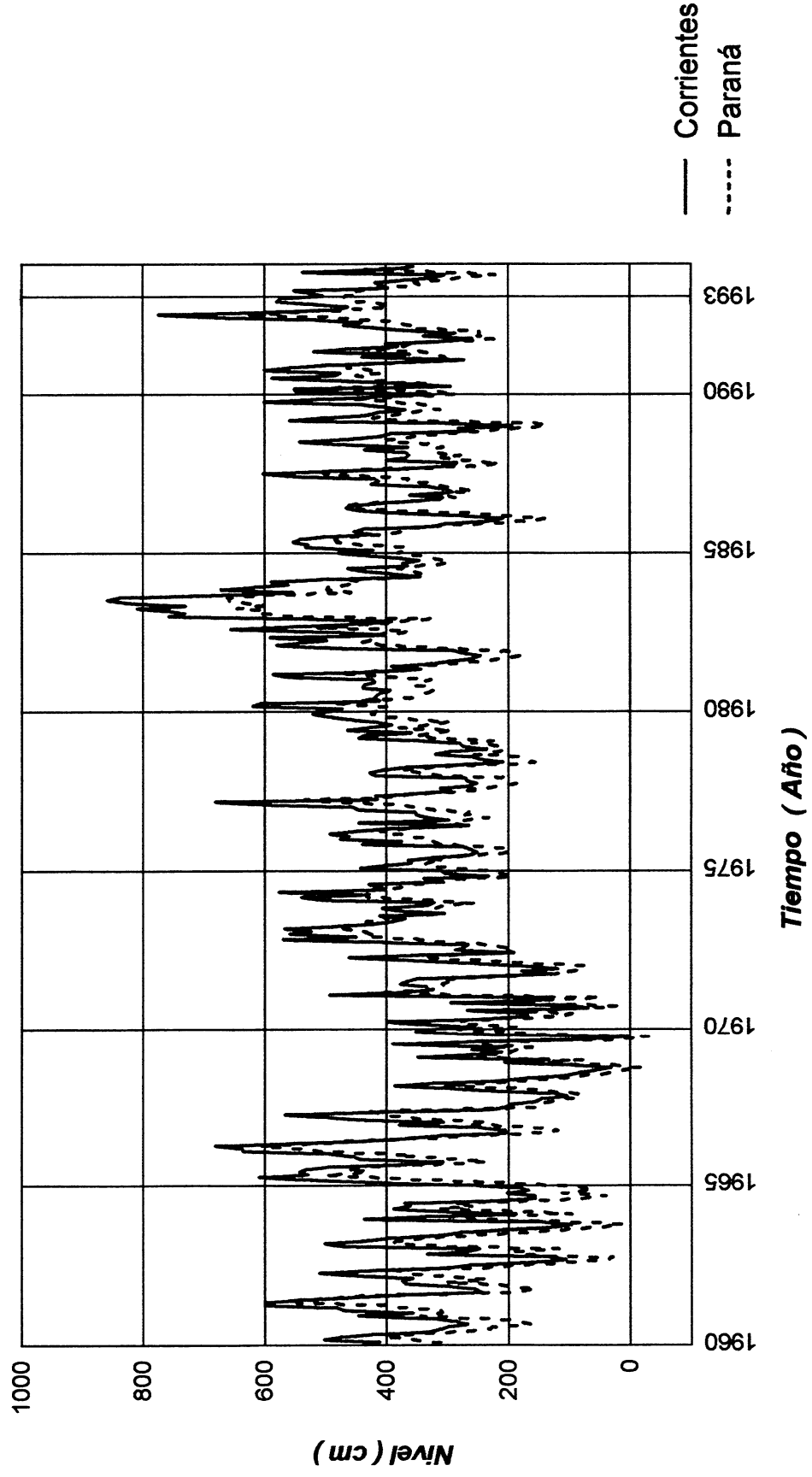


Figura 1.2.2
Limnigramas Mensuales Observados



A efectos de verificar el interés económico que podría representar el compromiso de los gobiernos de garantizar formalmente el mantenimiento de la continuidad de navegación en la Hidrovia, se realizó una evaluación de las consecuencias del colapso de la navegación que sería causado por la repetición de un período crítico de aguas bajas en el Río Paraguay como el ocurrido entre 1962 y 1973.

Ese colapso traería tres tipos de consecuencia económicas:

(a) Algunos productos actualmente transportados por la Hidrovia tendrían que encontrar rutas alternativas. Por ejemplo:

- La soja boliviana probablemente llegaría a la exportación por vía ferroviaria a los puertos de Santos o Paranagua, como ya lo hizo en el pasado;
- La soja paraguaya que hoy sale por Hidrovia se dividiría entre las dos rutas alternativas ya utilizadas hoy: por camión a Paranagua y por ferrocarril a Río Grande.
- La celulosa de Misiones y Corrientes, así como los derivados de soja de Reconquista tendrían que llegar a la región del litoral por ferrocarril o camión.

(b) Algunos productos de importación de Paraguay (petróleo y derivados, trigo) y Brasil (trigo) deberían cambiar de ruta o quizás de fuente de abastecimiento.

- Paraguay podría importar derivados de petróleo de Argentina por vía ferroviaria o de Brasil por vía carretera;
- La importación de derivados tornaría problemática y pondría en riesgo la operación de la refinería paraguaya;
- El trigo podría seguir de Argentina a Paraguay por vía ferroviaria, pero para Mato Grosso do Sul probablemente la importación por Santos o Paranagua sería más adecuada.

(c) Para otros productos la propia producción quedaría gravemente amenazada:

- Los minerales de hierro y manganeso de Urucum y Mutum no podrían llegar de forma económica a las plantas argentinas, y mucho menos al exterior, por lo que su producción probablemente cesaría mientras dure un colapso en la navegación;
- El clínker que hoy sigue de Vallemi a la cementera en Villeta no dispone de ruta alternativa económica, ya que la carretera a Concepción es muy precaria para un transporte de esa magnitud implicando en que, si no se construye una carretera adecuada, el Paraguay tendría que importar el cemento hoy producido localmente.

Estos dos últimos casos, juntamente con el petróleo crudo, son los mas difíciles de evaluar. La interrupción de la producción de plantas existentes traería consecuencias económicas locales (desempleo y caída del nivel de actividad económica general) y nacionales (necesidad de importación de productos antes producidos localmente). Estos efectos son reales e identificables, pero difícilmente cuantificables.

Aplicando diversas hipótesis y métodos de calculo económico solamente a la parte cuantificable (desvío a otros modos de transporte de las producciones de soja y derivados, clinquer, celulosa, petróleo y trigo) y sin incluir el colapso de la industria minera y otros efectos, los perjuicios probables debidos a la interrupción de la navegación serían los siguientes (los valores monetarios son valores presentes estimados con tasa de descuento de 12 % a.a.):

- Tramo Asunción-Corumba

Perjuicio teórico acumulado en 20 años	U\$S 238.985.000
Porcentaje de años sin navegación	40%
Perjuicio probable	U\$S 95.594.000

- Tramo Santa Fe - Asunción

Perjuicio teórico acumulado en 20 años	U\$S 340.631.000
Porcentaje de años sin navegación	20%
Perjuicio probable	U\$S 68.126.000

- Tramo Santa Fe - Corumbá (total)

Perjuicio probable	U\$S 163.720.000
--------------------	------------------

Como se ve, se ha estimado de forma muy conservadora, un “porcentaje de años sin navegación”, basado en un análisis sumario de las series hidrológicas. Sin embargo, aún si la navegación tuviera que interrumpirse por sólo uno o dos años, el efecto sería muy probablemente permanente, de forma que los perjuicios totales estimados son sin duda más representativos que los porcentajes utilizados para el cálculo económico.

Para evitar estos perjuicios es necesario asegurar condiciones de navegación mínimas que permitan mantener su continuidad. Estas condiciones han sido analizadas y las obras de navegación resultantes han sido denominadas “alternativa” o “caso base”. Ellas consideran el paso de un convoy de 3 x 4 barcasas “jumbo” en el tramo Asunción-Corumbá y 4 x 4 en el tramo Asunción-Santa Fé, en ambos casos con calado de 2,0 m, lo que exige canales de 65 m de ancho en tramos rectos, y una profundidad de dragado de

2,6 m. No se incluyen obras de mejora de los sistemas de ayuda a la navegación.

Los costos de estas obras fueron estimados como se indica en la Tabla 1.2.1, donde también se han agregado los beneficios por perjuicios evitados y las tasas de Retorno correspondientes.

En la Tabla 1.2.2 se muestran los flujos de transporte correspondientes al flujo normal con calado garantizado de 2,0 m, y a dos escenarios de colapso de la navegación.

Cabe reiterar que los perjuicios evitados que fueron estimados se refieren solamente al sector de transporte y no incluyen los perjuicios que sufrirán las actividades productoras que dependen de la Hidrovia y que en algunos casos podrán llegar a la paralización total, como en el caso de las actividades mineras.

Los valores presentados muestran claramente que el desarrollo alcanzado por las actividades económicas que usufructúan la vía navegable es suficientemente intenso para justificar plenamente una decisión de los gobiernos de garantizar formalmente el mantenimiento de la continuidad de la navegación en todo el percurso de la Hidrovia, desde Santa Fe hasta Corumbá/Pto. Quijarro, incluyendo el acceso boliviano por el Canal Tamengo. Las proyecciones de la demanda de transporte hidroviario realizadas en el presente trabajo, asumen implícitamente y dependen totalmente de este supuesto.

1.3 METODOLOGIA BASICA DE ANALISIS

El “Caso Base” ha sido adoptado como punto de partida que permite definir, a partir de él, el “mejoramiento” de las condiciones de navegación, que constituye el objeto del presente estudio. En relación a él, se han considerado los aumentos de las dimensiones de los canales y la incorporación de señales de navegación adicionales a las actualmente existentes. En otras palabras, los análisis técnicos y económicos realizados son análisis *incrementales* en relación al “Caso Base”, determinándose los costos y beneficios de *incrementos* sucesivos de las variables de decisión correspondientes a los parámetros ancho + profundidad de los canales de navegación, y al incremento único relativo a la incorporación de señales de navegación adicionales, con el objetivo de determinar el incremento que torne máximo el indicador económico seleccionado como medida de optimación. Todos los estudios técnicos y económicos realizados, descriptos en lo que sigue, lo han sido teniendo en cuenta esta metodología.

En todo estudio de factibilidad debe utilizarse como referencia una “situación sin proyecto” que normalmente se define como una situación que

TABLA 1.2.1

<p align="center">COSTOS Y BENEFICIOS DE MANTENER LA CONTINUIDAD DE LA NAVEGACION EN wazzu LA HIDROVIA ⁽¹⁾ (U\$S 1.000)</p>

COSTOS Y BENEFICIOS	Tramo Corumbá- Asunción	Tramo Asunción - Santa Fé	Tramo Santa Fé - Asunción
1- Costos			
Costos de dragado			
• Apertura	20.370	5.591	25.961
• Mantenimiento anual	3.953	1.785	5.738
• Acumulado 20 años ⁽²⁾	49.896	18.922	68.819
Costos ambientales, acumulado 20 años ⁽²⁾	2.018	478	2.496
Costos totales, acumulado 20 años ⁽²⁾	51.914	19.400	71.315
2. Beneficios (perjuicios evitados) Acumulado 20 años ⁽²⁾	95.594	68.126	163.720
3. Retorno B / C	1,84	3,51	2,30

- (1) El análisis no incluye la paralización de las minas de hierro y manganeso de Urucum.
(2) Valores de 1997 a 2016 descontados al presente con tasa de descuento de 12% a.a.

TABLA 1.2.2 - Análisis del Caso Base: Flujos de Transporte

1997

Productos	Flujos	Flujos en la Hidrovia (1000 t / año)		
	Globales (1)	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Complejo Soja	5.885	2.455	1.784	-
Hierro	1.400	1.400	-	-
Manganeso	121	121	-	-
Clinker	555	555	-	-
Celulosa	267	267	267	-
Petroleo	1.216	1.216	1.216	-
Trigo	227	227	69	-
Total	9.671	6.241	3.336	-

2020

Productos	Flujos	Flujos en la Hidrovia (1000 t / año)		
	Globales (1)	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Complejo Soja	11.888	5.000	3.006	-
Hierro	4.300	4.300	-	-
Manganeso	121	121	-	-
Clinker	1.212	1.212	-	-
Celulosa	600	600	600	-
Petroleo	2.614	2.614	2.614	-
Trigo	616	616	230	-
Total	21.351	14.463	6.450	-

Nota (1) Flujos del Area de Influencia excepto Mato Grosso

Escenarios de Navegación:

- 1 - Normal con Calado Garantizado de 2,00 m
- 2 - Normal en el Río Paraná; colapso en el Río Paraguay
- 3 - Colapso de la Navegación en ambos Ríos

corresponde a todas las inversiones ya realizadas en un emprendimiento, y también a las inversiones en curso de realización o ya decididas o comprometidas. El “proyecto” se refiere a determinadas inversiones *adicionales* sobre cuya realización debe tomarse una decisión, cuyo análisis es justamente el motivo del estudio de factibilidad. Normalmente la “situación sin proyecto” puede definirse de forma clara y unívoca, pero en el caso de la Hidrovia, como visto en el punto anterior, la definición es más problemática debido a las condiciones hidrológicas excepcionales. En la “situación actual” se ha desarrollado una navegación intensa, aprovechando un estado excepcional de aguas altas, pero si ocurriera nuevamente un período crítico como los registrados en épocas pasadas, la navegación y las actividades económicas que de ella dependen entrarían en colapso o sufrirían grandes pérdidas. Como se ha visto, esa situación se ha examinado en términos de una garantía de continuidad de la navegación actual que debería ser dada por los Países Miembros, y que se justifica claramente en términos de los perjuicios que su concesión evitaría, en comparación con los costos del “Caso Base”.

Una forma de definir la “situación sin proyecto” sería asimilar esa situación al “Caso Base”, esto es, suponer que este corresponda a inversiones ya decididas o comprometidas “de facto”, puesto que la no-realización de dragados en el caso de la ocurrencia de un período excepcional de aguas bajas llevaría a una situación política insostenible. De hecho, el peligro de aguas bajas se perfiló en una acentuada bajante del Río Paraguay en 1993, a la cual los Gobiernos de Paraguay y Argentina respondieron inmediatamente, realizando en 1994, por primera vez, importantes dragados en el Tramo Asunción-Apa de aquel río. Sin embargo, en 1994 el río volvió a un estado de aguas altas que se mantiene hasta la fecha del presente informe.

El “Caso Base”, sin embargo, responde a una definición de cierta forma arbitraria, o solamente de tipo económico, involucrada en la caracterización de las “obras mínimas” que permitirán evitar, hasta cierto punto, la interrupción de la navegación.

Otra forma de definir la situación “sin proyecto” sería decir que ésta corresponde, efectivamente, a “no hacer nada”. En ese caso, sin embargo, la cuantificación de los beneficios del “Caso Base” en términos de perjuicios evitados resulta difícil e imprecisa, como expuesto en el punto anterior, en que se concluye que lo único que se puede afirmar categóricamente es que las obras respectivas se justifican ampliamente.

Queda así caracterizada la dificultad de definir claramente, como en otros estudios económicos, la situación “sin proyecto”. Sin embargo, ello no invalida, de ninguna manera, los análisis económicos realizados, que se refieren, como se ha dicho, a la evaluación de los costos y beneficios *incrementales* en relación al “Caso Base”.

La metodología utilizada abarca los siguientes pasos:

a. Proyección del flujo de transporte por la Hidrovia

Esta proyección debe ser a largo plazo, dado que sobre su base se determinarán los beneficios del proyecto, influidos por el tráfico futuro. Su determinación involucra los siguientes análisis:

- a.1 Determinación del área de influencia de la Hidrovia, esto es, el conjunto de las “zonas de tráfico” cuyos agentes económicos puedan tener interés en optar por la Hidrovia para el transporte de cargas.
- a.2 Determinación de las capacidades de producción de las principales cargas a granel (“commodities”) dentro del área de influencia, a efectos de conocer los posibles límites físicos para las proyecciones. En el caso, se trata principalmente de la producción agrícola (soja), forestal y minera (minerales de hierro y manganes, calcáreo).
- a.3 Proyección de los flujos de transporte globales de las mercaderías de interés, tanto de exportaciones como de importaciones del área de influencia. Esta proyección se realiza en primer lugar independientemente de la existencia, o no, del proyecto (proyección “sin proyecto”) y en segundo término se determina el posible flujo de transporte generado (carga generada) por el proyecto (proyección “con proyecto”).
- a.4 Análisis de división modal de los flujos globales de transporte a efectos de determinar en función de las distancias y costos de transporte por diversos modos (en el presente caso, carretero, ferroviario e hidroviario) y de otros factores, el flujo de carga por la Hidrovia.

b. Determinación de los costos de las obras de navegación en función de sus parámetros de diseño, y de las ayudas a la navegación

Como parámetros de diseño fueron elegidos la profundidad y el ancho de los canales, y la existencia, o no, de mejoras de los sistemas de señalización (boyas y balizas).

La consecución de este objetivo requiere los siguientes trabajos:

- b.1 Obtención y digitalización CAD de relevamientos existentes.
- b.2 Relevamientos de campo para actualización de la información batimétrica, relevamiento geofísico para delimitación del techo rocoso en los pasos con afloramiento de roca, muestreo de material de fondo y otros trabajos de relevamiento y análisis de laboratorio.

- b.3 Estudio hidrológico de los registros completos de datos de las estaciones hidrométricas, con determinación de los niveles de reducción para los proyectos.
- b.4 Análisis de la flota y determinación de la embarcación (barcaza) de proyecto y configuraciones alternativas de trenes de barcasas (convoyes).
- b.5 Proyectos preliminares de las obras en los pasos críticos de navegación, para configuraciones y calados alternativos de Trenes de barcasas y correspondientes anchos y profundidades de canal. Estimación de los volúmenes de dragado y derrocamiento respectivos (dragados/derrocamientos de apertura).
- b.6 Aplicación de un modelo matemático de las características hidrodinámicas y de transporte de sedimentos en los pasos críticos y estimación de los volúmenes de dragado de mantenimiento periódicos, para cada alternativa.
- b.7 Estimación de los costos de las alternativas correspondientes a los volúmenes estimados en b.5 y b.6.
- b.8 Estimación de los costos de las ayudas a la navegación.
- c. Evaluación del Impacto Ambiental del Proyecto y Estimación de los costos respectivos**

d. Análisis de Optimización Económica y Evaluación Financiera

El análisis de Optimización económica deberá comparar los beneficios del transporte hidroviario con los costos de las obras de navegación y ambientales correspondientes a las diversas alternativas, a lo largo del periodo de análisis, y determinar aquella que maximice los indicadores económicos TIR -Tasa Interna de retorno- y VAN -Valor Actual Neto.

Dentro de este método general se plantean diversos problemas cuya solución requiere criterios, métodos y análisis específicos:

- d.1 Selección de moneda y fecha de referencia para los análisis.
- d.2 Adopción de un sistema de precios -precios de mercado y precios de cuenta- para análisis financieros y económicos. Los primeros definen los fletes efectivamente pagos y las preferencias de los usuarios para uno u otro modo de transporte; los segundos reflejan la realidad económica a nivel regional y deben basar las decisiones relativas a la aplicación de recursos.

- d.3 Determinación de los costos de transporte de los modos de transporte alternativos considerados (hidroviario, carretero y ferroviario) entre los puntos de origen y destino.
- d.4 Caracterización estadística de los niveles de agua y de las profundidades disponibles para la navegación, a efectos de determinar los calados medios efectivamente utilizados, para las diversas alternativas de profundidad de dragado. De este análisis depende la determinación de los costos de transporte hidroviario y de los beneficios atribuidos a este modo de transporte.
- d.5 Determinación de los beneficios del transporte hidroviario, teniendo en cuenta: los ahorros en relación a otros medios de transporte para aquellas cargas que disponen de la posibilidad de optar por uno u otro modo, esto es, aquellas que existirán de cualquier manera, exista o no la Hidrovia (ver ítem a.3, proyección “sin proyecto”); y los ahorros correspondientes a mejoras de la navegación para las cargas generadas o “cautivas” de la Hidrovia, que no disponen de modos de transporte alternativos. Para estas últimas debe también atribuirse un valor a la garantía de navegación, esto es, a la condición de que estas cargas, que no disponen de modo de transporte alternativo, no sufran interrupciones de la navegación.
- d.6 La evaluación financiera, considerando muy especialmente al problema de la obtención de recursos por parte de los usuarios de la Hidrovia para el pago de los costos de las obras de navegación, verificando hasta que punto la cobranza de derechos de uso y el correspondiente aumento de fletes puede afectar la demanda de transporte hidroviario y los resultados económicos del emprendimiento.

1.4 NIVELES DE REDUCCION

En los Términos de Referencia (ítem III - 8) se menciona la hipótesis de que el “Nivel Estándar Bajo las Aguas - NEBA” (Nivel de Reducción) debería ser objeto de un análisis de optimización económica, como parte de la optimización de las dimensiones de los canales de navegación.

En realidad, sin embargo, el parámetro físico a ser optimizado es (además del ancho) la profundidad de dragado de los canales. Esa profundidad y volumen de dragado correspondiente, para que sean computados de manera uniforme, deben ser referidos a un plano que pase por niveles definidos con criterio uniforme en las estaciones limnimétricas a lo largo de la Hidrovia, en base al análisis estadístico de los registros de niveles de agua de esas estaciones.

En el análisis de optimización económica, para cada profundidad de dragado existirá una cierta variación estadística de las profundidades (y calados)

disponibles para la navegación, determinados como diferencias entre los niveles de agua variables y el nivel del fondo de canal, ambos referidos al plano de referencia. En ese sentido, por lo tanto, es indiferente el tipo de criterio hidrológico elegido para la determinación del plano de referencia, con tal que sea uniforme a lo largo de la vía navegable.

Sin embargo, en la práctica de navegación de la Hidrovia, como así también en otras vías navegables del mundo, el “nivel de reducción” o “cero hidrográfico” (y el plano de referencia que se obtiene por la de esos niveles a lo largo de la Hidrovia), tiene el sentido de indicar a los navegantes un nivel extremo de aguas bajas, en relación al cual se establece la profundidad determinante del canal de navegación.

Siendo así, se ha utilizado el siguiente criterio para establecer los niveles de reducción: *“nivel diario ultrapasado en 90 % del tiempo en un año seco, éste último definido como teniendo un período de recurrencia de 10 años”*. Este es el criterio que ha prevalecido en la Hidrovia, particularmente en el Río Paraguay, para el establecimiento de los ceros hidrográficos de referencia de los puestos hidrométricos.

En el sistema fluvial de la Hidrovia se registran las características peculiares que afectan su régimen hidrológico, ya mencionados en el punto 1 del presente capítulo, relativas al período de aguas bajas registrado en la década de 1960 hasta el comienzo de los años 70, seguido por el período de aguas altas que perdura hasta la fecha del presente informe.

En el río Paraná, el período reciente de aguas altas se atribuye parcialmente al efecto regularizador de los embalses de gran capacidad implantados en su cuenca superior en territorio brasileño. El análisis de este efecto ha llevado a aumentar en 1.00 m los niveles de determinados a partir del registro histórico.

En el río Paraguay, que no posee embalses de regularización en su cuenca, se han mantenido los niveles de reducción del registro histórico.

La interpolación entre los planos de referencia definidos, en base a los criterios indicados, para los ríos Paraná y Paraguay, fue realizada en base al estudio del remanso del río Paraná sobre el Paraguay, que consta en el estudio de Wallingford Hydraulics Research Station (Modelo Matemático del Río Paraguay entre Asunción y Confluencia, 1972).

2. RELEVAMIENTOS Y ESTUDIOS TECNICOS BASICOS

2.1 DATOS CARTOGRAFICOS E HIDROGRAFICOS

Toda la extensión de la Hidrovia, desde el Río de la Plata hasta la ciudad de Cáceres en Brasil, cuenta con croquis y cartas de navegación, que son actualizados en forma periódica.

En el tramo Río de la Plata - Asunción se cuenta con 84 croquis a escala 1:50.000 editados por el Servicio de Hidrografía Naval de la Armada Argentina (SHN), sobre la base de los relevamientos ejecutados por la Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables (DNCPyVN). La primera edición data del año 1968. El kilometraje tiene origen en la Dársena Norte del Puerto de Buenos Aires. Las profundidades indicadas en las cartas son estimativas basadas en las lecturas de hidrómetros próximos y periódicamente actualizadas para los navegantes.

En el tramo Asunción-Corumbá se dispone de 36 cartas de navegación a escala 1:25.000 editadas por la Diretoria de Hidrografia y Navegación de la Marina de Brasil (DHN) sobre la base de relevamientos ejecutados por la misma entidad. La primera edición de estas cartas data del período 1973-78 según los distintos tramos. El kilometraje tiene origen en la Confluencia de los ríos Paraná y Paraguay (Km 1240 de las cartas argentinas). Las profundidades están expresadas en relación a un nivel de reducción y en cada lámina se incluye un ábaco que permite efectuar las correcciones para la obtención de las profundidades efectivas para la navegación en función de las lecturas de hidrómetros próximos.

Para el tramo Corumbá-Cáceres se cuenta con 108 croquis de navegación a escala 1:10.000 elaborados por la Diretoria de Hidrografia y Navegación de la Marina de Brasil (DHN) sobre la base de relevamientos ejecutados por la misma repartición en el año 1979, no habiendo sido actualizados hasta la fecha.

Para el tramo brasileño del Río Paraguay se cuenta con cartas geográficas 1:100.000 de la Diretoria de Serviço Geográfico do Ministerio do Exercito del Brasil.

Los ceros de las escalas hidrométricas están, en general, referidos al "datum" altimétrico de las redes geodésicas nacionales. En base a informaciones que fueron obtenidas pudieron ser establecidas las siguientes relaciones que, dentro de la precisión requerida, representan la relación entre aquellos datum:

$$\text{Cota IBGE (Br.)} = \text{Cota IGM (Arg.)} + 0,13 \text{ m.}$$

$$\text{Cota IGM (Par.)} = \text{Cota IGM (Arg.)} + 0,84 \text{ m.}$$

Para unificación de los datum de referencia de los ceros de las escalas hidrométricas ha sido elegido en el presente estudio el datum del IGM argentino, correspondiente al nivel medio del mar medido en el mareógrafo de Mar del Plata.

Los croquis de los ríos editados por el SHN de la Armada Argentina poseen indicación de coordenadas geográficas mediante el trazado de una cuadrícula con espaciamiento de 5 minutos.

Las cartas náuticas editadas por la Diretoria de Hidrografia y Navegación de la Marina de Brasil, están confeccionadas en proyección Mercator con indicación de coordenadas geográficas mediante una cuadrícula con espaciamiento de 2 minutos. El datum horizontal de referencia es Córrego Alegre - Minas Gerais.

Los croquis de navegación correspondientes al tramo Corumbá-Cáceres, edición 1979, no poseen ningún sistema de referencia horizontal. Para este tramo, sin embargo, se dispone de los mapas en escala 1:100.000, editados por la DSG.

Se han recopilado 301 relevamientos batimétricos de detalle ejecutados en diversas épocas por la Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables de la Argentina, la Administración Nacional de Navegación y Puertos del Paraguay y la Diretoria de Hidrografia e Navegação del Brasil. En base a ello se ha preparado un fichero de relevamientos disponibles en cada paso, que consta de 32 páginas.

En general, los relevamientos ejecutados por DNCPyVN y ANNP poseen referencias a coordenadas horizontales locales y, en algunos casos, no tienen indicación de coordenadas. Los relevamientos de la DHN están referidos al sistema UTM, meridiano central 57°. En todos los planos de relevamientos existen indicaciones que permiten obtener su referencia altimétrica.

2.2 DRAGADOS ANTERIORES

A fin de mantener las profundidades mínimas necesarias para la navegación, se han efectuado desde hace muchos años tareas de dragado en algunos pasos, en forma anual, o de acuerdo a lo requerido por las condiciones imperantes.

Los organismos que han tenido a cargo la ejecución de las tareas de dragado a lo largo de la Hidrovia son:

- Argentina: Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables (DNCPyVN), con sede en Buenos Aires.

- Paraguay: Administración Nacional de Navegación y Puertos (ANNP) del Paraguay, con sede en Asunción.
- Brasil: Administración de la Hidrovia del Río Paraguay (AHIPAR), con sede en Corumbá.

La DNCPyVN tiene a su cargo el Río Paraná y el tramo del Río Paraguay comprendido entre Confluencia y Asunción, en forma compartida con la ANNP, quién además ejecuta el mantenimiento al norte de Asunción hasta el Río Apa. En el tramo brasileño, es decir al norte del Río Apa, interviene AHIPAR.

En el río Paraná y en el tramo del Río Paraguay entre Confluencia y Asunción los servicios de dragado en los últimos años se han ejecutado en forma más o menos regular.

En el tramo Asunción-Río Apa los trabajos de dragado no han sido realizados en forma regular, registrándose un volumen notablemente superior (1,7 millones de m³) en el año 1994 debido a que en este año el Río Paraguay comenzó a registrar una fuerte bajante, que pondría en peligro a la navegación. Sin embargo, en el mismo año el río recuperó niveles altos.

En el tramo Apa - Corumbá sólo se registra un dragado en el año 1986 en los Pasos Piuvas y Conselho.

En la Tabla 2.2.1 se registran los volúmenes dragados entre 1980 y 1994, por tramo de la Hidrovia.

2.3 SELECCION DE AREAS DE ESTUDIO

La Hidrovía, en todo su recorrido presenta restricciones a la navegación de diverso tipo, dentro de las cuales adquieren relevancia aquellas que se conocen como "pasos". Se entiende dentro de esta clasificación a todos aquellos lugares que por alguna razón física significan una restricción o peligro para el paso de las embarcaciones, tales como la presencia de bajas profundidades, poco ancho, existencia de piedra, sea en las márgenes o en el fondo, curvas pronunciadas, etc.

A lo largo del tramo de la hidrovía comprendido entre la ciudad de Santa Fé ubicada sobre el Río Paraná (Km 590) y la ciudad de Corumbá, ubicada a orillas del Río Paraguay (Km 2770), pueden listarse alrededor de doscientos cincuenta (250) pasos, los cuales presentan problemas diversos y de distinta magnitud, por estar ubicados en un sistema hidrográfico de gran extensión, sujeto a un comportamiento hidrodinámico y morfológico de alta complejidad y variabilidad.

VOLUMENES DRAGADOS POR TRAMO (valores en m3)

Año	RIO PARANA			RIO PARAGUAY		
	Inferior	Medio	Superior (1)	Confluencia Asunción	Asunción Río Apa	Río Apa Corumbá
1980	2,224,450	4,905,080	708,125	150,000		
1981	4,348,060	4,414,210	1,262,346			
1982	1,558,100	3,142,050	2,273,520	90,000		
1983	441,716	10,867,895	2,069,320			
1984	4,078,415	6,714,770	2,575,943	120,000		
1985	4,498,420	6,500,250	2,097,835	360,390		
1986	2,004,673	2,974,260	361,630			83,000
1987	6,544,420	5,991,940	1,830,490			
1988	8,705,119	4,117,980	2,146,580	180,500		
1989	6,125,290	3,043,265	1,748,100	270,600		
1990	206,590	681,391	166,315			
1991	4,455,560	584,300	1,011,633	48,000	80,000	
1992	1,255,100	884,025	1,485,287		80,000	
1993	2,811,660	569,725	989,326		0	
1994	2,121,760	115,485	645,500	751,980	1,756,350	
TOTALES	51,379,333	55,506,626	21,371,950	1,971,470	1,916,350	83,000

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DNCPyVN y ANNp

(1) Incluye el Alto Paraná.

Tabla N° 2.2.1

Dadas las características y alcances del estudio a realizar para las mejoras a la navegación, se plantea la necesidad de seleccionar, del plantel de pasos identificados, aquellos que por su importancia merezcan ser estudiados en detalle a los efectos de lograr un conocimiento mas profundo de su comportamiento y poder delinear la o las soluciones a los problemas que presentan.

En primer lugar, dada la dispersión de información disponible y la existencia de un gran número de zonas con problemas, fué necesario realizar un ordenamiento y depuración de tal información. A partir de ello, se preparó un listado completo de pasos.

Confeccionado este listado se marcaron los pasos en los cuales se ha detectado la presencia de piedra en el lecho o afloramientos rocosos en las márgenes y se han indicado además aquellas curvas cuyo radio es inferior a 900 m, valor establecido solo a los efectos de tomar un límite razonable.

A partir del listado de todos los pasos se procedió a seleccionar aquellos que por su importancia merecen ser analizados en profundidad. Esta selección fué realizada teniendo en cuenta la opinión emitida al respecto por las instituciones que tienen a su cargo el mantenimiento de la vía navegable involucrada en este estudio. Esta información fue obtenida a partir de las reuniones efectuadas y la documentación obtenida en las distintas reparticiones de la DCPyVN en la Argentina, la ANNP en Paraguay y la DHN en Brasil.

Asimismo se realizaron consultas con los capitanes y baqueanos que navegan habitualmente la hidrovia, y que indudablemente constituyen un elemento de muy alto valor, puesto que son quienes representan a los usuarios de la vía navegable que justamente deben permanentemente enfrentarse a las situaciones que son motivo de este análisis para su futuro mejoramiento. A tal efecto se realizaron numerosas reuniones de trabajo en las que participaron técnicos de nuestra Asociación Profesional de Capitanes y Baqueanos Fluviales, quienes transmitieron su experiencia para la selección de los pasos más importantes.

En la Tabla 2.3.1, se tiene el listado de los pasos más importantes finalmente seleccionados, correspondientes al Tramo Santa Fé-Corumbá / Canal Tamengo de la Hidrovia.

En el tramo Corumbá-Cáceres de la Hidrovia, para el cuál no se previó la ejecución de proyectos de licitación de obras de dragado, no fueron identificadas áreas de estudio específicas por paso. De acuerdo a la metodología de análisis de este tramo (ver punto 4) se identificaron tres segmentos (Corumbá-Lagoa Gaiba, Lagoa Gaiba-Barra Norte do Bracinho y Barra do Bracinho-Cáceres), de características morfológicas específicas, para los cuales fueron ejecutados los estudios.

Tabla 2.3.1

PASOS DE NAVEGACION SELECCIONADOS PARA LOS ESTUDIOS			
Nro.	KILOMETRAJE		NOMBRE DEL PASO
	Km inicio	Km fin	
6	631	641	Riacho Zapata
12	701	707	Travesía Feliciano
13	707	713	Arriba Feliciano
15	725	731	Santa Elena
16	748	751	Travesía Arroyo Seco
20	776	783	San Juan
21	785	787	Curuzu Chali
22	793,5	795	Garibaldi
25	810	814	Retaguardia
26	826	830	Inga
27	837	842	Abajo esquina
31	868	872	Costa Cordillate
33	888	893	Isla del Selzo
34	902	905	Guaycurú
35	914	917	Mal Abrigo
36	920,5	925	Los Vascos
37	931	937	Caraguatay
38	940	942	Las Cañas
39	952	960	Nanguani-Guarapo
40	963	970	Toro-Costa Izoro
50	1066	1069	Travesía Carrizal
51	1084	1087	Tacuara Colorado
57	1138	1142	Tacuani
66	1212	1216	Talar - Isla del Medio
73	1287	1291	Humaita
79	1319	1324	Desemb. Río Bermejo
80	1329	1331,5	Frente Puerto Pilar
86	1364	1368	Tacuara
98	1446	1449	Curva Formosa
99	1452	1455,5	Vuelta Gomez
110	1506	1511	Cortada Orange
111	1512	1516,5	Dalmacia - Morterito
121	1577	1586	Restinga Ita Piru - Guyrati
123	1589	1591	Buey Muerto
124	1591,5	1592,5	Frente Puerto Villeta
125	1594	1593	Restinga Villeta
127	1602,5	1605,5	Travesía San Antonio
128	1606	1608,5	Medin
130	1613	1615	Abajo Puerto Pilcomayo
132	1619,5	1623,5	Purificación
136	1644	1645	Remanso Castillo
139	1663	1665,5	Tres Bocas Inferior
147	1734	1736	Trav. Villa Rey
149	1743	1745	San Juan
150	1750	1753	Pito Cañy - Elvira
151	1755	1759	Yvyrayu
152	1761	1767	Palmita - Oculto Inferior
153	1770	1771	Oculto Superior
154	1776	1781	Rosario Superior-San Luis-Sta.Catalina
157	1793	1796	Burro Ygua - Caballero
158	1806,5	1809	Santa Rosa Sup.
161	1846,5	1849,5	Curva Buena Vista o Nandú
162	1847	1850	Piripucu
163	1849	1852	Curuzu Brasileiro
164	1856	1857	Curuzu Juanita
167	1881	1886	Pedernal
174	1930	1933	Riacho Negro
175	1935	1942	I. del Medio - Concepción - Guggiari

177	1943	1947	Saladillo
178	1950	1954	Itacurubi
180	1955	1958,5	Punta Irigoyen
181	1962	1966	Zapatero Cue
182	1967	1970	Romero Cue
186	2012	2013	Trav. Leonor Inf.
187	2014	2016	Trav. Leonor Sup.
188	2016,5	2019	Trav. Santa Ana (Nancy)
189	2020	2022	La Novia
192	2040	2045,5	Pindo-Estancia Cnel. Sanchez
193	2047	2050	Arrecifes
194	2053	2056	Piquete-Camba
195	2063	2067	Isla Stanley
196	2070	2075	Ita-Pucumí (Cerro Lorito)
198	2087,5	2092	Trav. Max
199	2092	2095	Isla Caa Pucu Guazú
200	2095	2100	Aguirre-Palacio Cue
201	2101,5	2106	Carayacito
202	2113	2115	Lamboné (Piedra Partida)
203	2116	2121	Vuelta I. Peña Hermosa
205	2141	2145	Trav. Casado Inferior
209	2167	2170	Isla do Farol
216	2279	2283	Camba - Nupa
220	2340	2345	Curva do Aboteado
223	2360	2365	Estirao Braga
224	2423	2425	Vuelta Rápida
233	2541,5	2544	Volta Rebojo
236	2570,5	2577	Piuvás Inferior y Superior
239	2606,5	2610	Concelho
241	2629	2634	Yacaré Superior (Pte. Rio Branco)
243	2658,5	2661	Ilha Caraguatá
249	2720	2722	Formigueiro
250	2728	2731	Santana
251	2636	2639	Volta da Figueirinha
254			Canal Tamengo

2.4 RELEVAMIENTOS DE CAMPO

2.4.1 Tramo Santa Fé-Corumbá/Canal Tamengo

En la propuesta técnica de la Asociación se limitó a 30 el número de pasos a ser objeto de relevamientos de campo en el tramo Santa Fé-Corumbá / Canal Tamengo. Se planteó así la necesidad de evaluar las condiciones y características de cada paso a fin de establecer una priorización relativa en función de diversos aspectos técnicos. Fue hecho este análisis y se preparó una matriz en que, mediante un sistema de puntaje, fueron evaluados los siguientes factores:

- opiniones de prácticos y capitanes de convoy;
- magnitud del problema: longitud, ancho, presencia de roca, curva cerrada, frecuencia y volúmenes de dragado;
- complejidad: travesía; brazos / embocaduras;
- relevamientos existentes: antigüedad, corridas de flotadores.

Una vez establecida una lista preliminar de pasos a ser relevados, la misma fue discutida con la Unidad Coordinadora, que determinó diversos cambios que consistieron, principalmente, en la sustitución de pasos elegidos en el río Paraná (principalmente por la antigüedad de los relevamientos existentes), por otros del río Paraguay.

De esta forma, se confeccionó finalmente el listado de pasos que consta en la Tabla 2.4.1, que incluye también los relevamientos geofísicos ejecutados en pasos con presencia de roca. Se verifica que fueron, en realidad, relevados 33 pasos. Además, se relevaron también cerca de 340 perfiles transversales, y un perfil longitudinal completo del Tramo Cáceres-Santa Fé.

Los relevamientos ejecutados incluyeron los siguientes trabajos:

- a) Relevamiento batimétrico de detalle.
- b) Levantamiento de perfiles transversales complementarios en zonas de pasos que no son relevados en detalle dada la existencia de información batimétrica.
- c) Levantamiento de perfiles transversales, aproximadamente cada 4 Km en el tramo Santa Fé - Asunción.
- d) Corridas de flotadores en la zona de los pasos.
- e) Aforos en la zona de cada paso.
- f) Muestreo de sedimentos en suspensión en cada paso.

TABLA 2.4.1

PASOS QUE FUERON OBJETO DE RELEVAMIENTOS DE CAMPO

Nro.	Nombre del Paso	Km
01	Arriba Feliciano	707-713
02	Curuzú Chali	784-787,5
03	Retaguardia	811-815
04	Ingá	826-830
05	Abajo Esquina	837-842
06	Los Vascos	920,5-925
07	Ñanganui Guarapo	952-960
08	Desembocadura Bermejo	1319-1324
09	Itá Pirú	1577-1586
10	San Juan	1743-1745
11	Palmita	1761-1767
12	Rosario Sup. San Luis - Sta. Catalina	1776-1784,5
13	Saladillo	1943-1947
14	Zapatero Cue	1962-1966
15	Romero Cué	1967-1970
16	Travesía Santa Ana	2016,5-2019
17	La Novia	2020-2022
18	Pindó	2040-2045,5
19	Arrecifes	2047-2050
20	Isla Stanley	2063-2067
21	Ita Pucú Mí (cerro Lorito)	2070-2075
22	Travesía Max	2087,5-2092
23	Isla Caa Pucú Guazú	2092-2095
24	Aguirre - Palacio Cue	2095-2100
25	Lamboné (Piedra Partida)	2113-2115
26	Travesía Casado Inf.	2141-2145
27	Isla do farol	2167-2170
28	Cambá Nupa	2279-2283
29	Piuvas Inferior y Superior	2570,5-2577
30	Concelho	2606,5-2610
31	Canal Tamengo	2662
Tareas de geofísica		
32	Concepción	1940
33	Itacurubí	1952
15	Romero Cué	1967
19	Arrecifes	2047
24	Palacio Cué	2095
25	Lamboné	2113
31	Canal Tamengo	2662

- g) Muestreo de sedimentos de fondo en cada paso.
- h) Relevamiento geofísico en pasos previamente seleccionados
- i) Relevamiento de información de márgenes

La información sobre las márgenes incluyó costas altas o bajas, presencia de rocas, camalotales, zonas inundables, erosiones, etc., la cual se encuentra volcada sobre las cartas de navegación mediante códigos previamente definidos. Se relevaron también las coordenadas de 68 hitos o mojones encontrados durante el viaje.

Para la realización de estos trabajos se contó con la embarcación “Negrito” utilizada como barco madre y 2 lanchas livianas construidas en aluminio con motores fuera de borda, de gran velocidad y maniobrabilidad, especialmente adecuadas para este tipo de operaciones.

Se contó, además, con todos los equipos específicos necesarios para ejecución de los trabajos indicados.

El sistema de posicionamiento utilizado para los relevamientos (Tareas a d), fue el GPS diferencial, actuando el barco madre como estación fija, mientras los sondeos eran efectuados por una de las lanchas móviles, equipada con ecosonda y equipo GPS, automáticamente vinculados al equipo computacional del barco madre.

A partir de la información relevada, almacenada en medio magnético, y la digitalización de los registros de sondeo obtenidos en papel, resultan los archivos “xyz” en código ASCII, los cuales contienen:

- “x”: Coordenadas “Easting” del sistema UTM (sistema 21 que tiene por meridiano central el correspondiente a 57°).
- “y”: Coordenada “Northing”
- “z”: Profundidad reducida al cero hidrográfico. El plano de reducción utilizado corresponde al plano que une los ceros hidrográficos obtenidos por la Asociación en las estaciones hidrométricas a lo largo de la Hidrovía.

En la Tabla N° 2.4.2 se indican para cada uno de los 33 pasos relevados los hidrómetros de referencia, las posiciones del plano de reducción definido por la Asociación, las lecturas hidrométricas correspondientes al momento de realización de los relevamientos y la reducción calculada para los sondeos.

Los archivos creados de esta forma fueron utilizados para los proyectos de ingeniería.

Pasos levantados y reducción de Sondajes

Paso	Fecha	Km	Hidrómetro aguas arriba			Hidrómetro aguas abajo			Reducción (m)		
			Hidrómetro	Km	N. Reducción	Lectura Hid.	Hidrómetro	Km		N. Reducción	Lectura Hid.
Arriba Feliciano	10-12/05/95	710	La Paz	757	1.53	5.38	Hernandarias	689	0.80	4.69	3.88
Curuzú Chali	14-15/05/95	786	Esquina	853	1.93	4.30	La Paz	757	1.53	5.24	3.31
Retaguardia	16/05/95	813	Esquina	853	1.93	4.21	La Paz	757	1.53	5.16	2.84
Ingá	18/05/95	827	Esquina	853	1.93	4.17	La Paz	757	1.53	5.06	2.59
Abajo Esquina	19/05/95	840	Esquina	853	1.93	4.14	La Paz	757	1.53	5.02	2.38
Los Vascos	21/05/95	924	Goya	972	1.88	4.38	Esquina	853	1.93	4.13	2.38
Nanganui Guarapo	23/05/95	959	Goya	972	1.88	4.40	Esquina	853	1.93	4.13	2.49
Desemb. Río Bermejo	30-31/05/95	1320	Pto. Pilar	1329	1.13	5.72	Pto. Bermejo	1315	1.00	5.59	4.59
Itá Pirú	3/06/95	1582	Villeta	1593	-0.08	5.60	Guyrali	1580	0.56	6.61	5.99
San Juan	21/06/95	1746	Rosario	1776	0.37	5.92	Asunción	1630	0.24	5.60	5.51
Palmita - Oculito Inferior	23/06/95	1765	Rosario	1776	0.37	5.95	Asunción	1630	0.24	5.61	5.56
Rosario Sup. - San Luis - Sta. Catalina	24/06/95	1778	Rosario	1776	0.37	5.95	Rosario	1776	0.37	5.97	5.60
Concepción (*)	28/06/95	1940	Concepción	1940	0.81	6.45					6.50
Saladillo	30/06/95	1947	Concepción	2076	0.81	6.50					6.50
Itacurubí (*)	1/07/95	1952	Pto Pinasco	2076	0.80	6.41	Concepción	1940	0.81	6.52	5.70
Zapatero Cué	1/07/95	1965	Pto Pinasco	2076	0.80	6.41	Concepción	1940	0.81	6.53	5.71
Romero Cué	2/07/95	1969	Pto Pinasco	2076	0.80	6.42	Concepción	1940	0.81	6.54	5.70
Santa Ana	4/07/95	2020	Pto Pinasco	2076	0.80	6.43	Concepción	1940	0.81	6.55	5.68
La Novia	4/07/95	2020	Pto Pinasco	2076	0.80	6.43	Concepción	1940	0.81	6.55	5.68
Pindó	5/07/95	2040	Pto Pinasco	2076	0.80	6.44	Concepción	1940	0.81	6.56	5.67
Arrecifes	3/07/95	2048	Pto Pinasco	2076	0.80	6.42	Concepción	1940	0.81	6.55	5.64
Isla Stanley	12/07/95	2070	Pto Pinasco	2076	0.80	6.46	Concepción	1940	0.81	6.62	5.67
Itá Pucú Mí	12/07/95	2070	Pto Pinasco	2076	0.80	6.46	Concepción	1940	0.81	6.62	5.67
Travesía Max	14/07/95	2091	Pto. Casado	2147	1.00	6.76	Pto Pinasco	2076	0.80	6.46	5.68
Caa Pucú Guazú	14/07/95	2091	Pto. Casado	2147	1.00	6.76	Pto Pinasco	2076	0.80	6.46	5.68
Aguirre - Palacio Cué	7/07/95	2098	Pto. Casado	2147	1.00	6.75	Pto Pinasco	2076	0.80	6.46	5.69
Lamboné	9/07/95	2112	Pto. Casado	2147	1.00	6.76	Pto Pinasco	2076	0.80	6.46	5.71
Casado Inferior	15/07/95	2142	Pto. Casado	2147	1.00	6.76	Pto Pinasco	2076	0.80	6.46	5.75
Illa Do Farol	17/07/95	2168	Pto. Murtinho	2235	1.43	7.95	Pto. Casado	2147	1.00	6.62	5.83
Cambá Nupá	19/07/95	2281	Bahía Negra	2490	-0.18	6.16	Pto. Murtinho	2235	1.43	7.92	6.46
Piuvas	23/07/95	2575	Ladário	2755	0.08	4.86	Coimbra	2562	-1.18	4.80	5.90
Conselho	24/07/95	2606	Ladário	2755	0.08	4.83	Coimbra	2562	-1.18	4.79	5.69
Canal Tamengo	31/07/95	2762	Ladário	2755	0.08	4.83	Ladário	2755	0.08	4.70	4.62

(*) Corresponde a la batimetría simultánea al relevamiento geofísico.

Tabla N° 2.4.2

En cada paso que fue relevado se realizaron corridas con flotadores, que son pequeñas boyas flotantes libres, con elementos de resistencia colgados de las mismas, para detectar la velocidad y dirección de la corriente. El posicionamiento de las trayectorias fue realizado mediante el sistema GPS diferencial.

En cada paso fueron realizadas mediciones de caudal mediante el método de aforo denominado “moving boat”. Este es un sistema que consiste en recorrer la sección transversal del río de una margen a otra, midiendo la velocidad del bote y el ángulo existente entre el rumbo del bote y la dirección de la proa del mismo. De modo que es posible, con solo cruzar el río de margen a margen, obtener una medición del gasto líquido instantáneo, constituyendo un método sumamente adecuado en el caso de grandes ríos y acorde a los fines perseguidos en este trabajo.

En cada uno de los pasos elegidos se extrajeron muestras de sedimentos en suspensión en una ó más verticales del río, dependiendo de la sección. Esta extracción de muestras se efectuó en correspondencia con las verticales de velocidad medidas en las secciones de aforo. Adicionalmente se midió la temperatura del agua. Las muestras fueron analizadas en laboratorio a efectos de determinar las concentraciones de sedimentos en suspensión correspondientes a la vertical medida.

En cada uno de los pasos en que se realizaron relevamientos batimétricos, se tomaron dos muestras del material del fondo. En el caso de los pasos en los que se ejecutaron relevamientos geofísicos, el número de muestras es mayor, en función de las características de la zona y de la interpretación de los registros sísmicos. Según las características del lugar se utilizaron distintas técnicas para su obtención. Todas las muestras obtenidas en sitios con presencia de arena, limo o arcilla o mezcla de los mismos, fueron tomadas con Snapper o cuchara de muestreo, el cual es especialmente apto para estos tipos de suelos. De todas las muestras de fondo obtenidas con Snapper se realizó a bordo un análisis granulométrico por tamizado hasta el tamiz 200.

Los relevamientos geofísicos fueron efectuados con métodos y procedimientos específicos (geosísmica con “boomer”). Se tomaron muestras del material de fondo con equipo muestreador “coring de caída libre” y “snapper” y también por buceo, con martillo geológico. Los registros sísmicos obtenidos fueron interpretados y correlacionados con las muestras. Se prepararon cuatro tipos de planos:

- curvas batimétricas;
- mapa geológico mostrando los afloramientos rocosos y la identificación de los materiales existentes en el fondo;
- curvas de nivel del techo de material duro;
- perfiles geológicos obtenidos del registro sísmico

2.4.2 Tramo Corumbá-Cáceres

Los relevamientos de campo de este tramo, teniendo en cuenta el nivel de proyecto considerado para el mismo, correspondiente a estudios de factibilidad (y no de proyecto básico correspondiente al tramo Santa Fé-Corumbá), fueron realizados con una metodología más simplificada. El relevamiento consistió en la obtención de información batimétrica de la totalidad del tramo, mediante el uso de sonda ecógrafa y posicionamiento GPS, la medición de perfiles verticales de velocidades de la corriente a los efectos de estimar caudales en nueve sitios y el muestreo de material de fondo en diversos puntos.

El relevamiento batimétrico completo comprendió el levantamiento de un perfil longitudinal por el eje de mayores profundidades (talweg del río), más líneas batimétricas en forma de cruces oblicuos al río.

El posicionamiento del relevamiento fue hecho con GPS, en modo no diferencial. En un corto período (unos pocos minutos), las posiciones GPS tienen muy buena repetibilidad, en el orden de unos pocos metros, lo que hace que la morfología relevada en las secciones, o cruces, muy importantes para la ingeniería, sean bien concordantes con la realidad. Esto brinda datos hidrográficos muy coherentes en posición con respecto a las orillas.

Los relevamientos fueron referidos posteriormente a los niveles de reducción determinados como se indica en el punto 2.5 siguiente.

El relevamiento batimétrico longitudinal se realizó navegando hacia aguas arriba siguiendo de la mejor manera posible el eje de máximas profundidades del río, de acuerdo a la propia experiencia del personal a cargo del relevamiento y a indicaciones recibidas por parte de baqueanos de la zona, tanto en el Servicio de Señalización Náutica del Oeste, Base Naval de Ladario, Marina del Brasil, como en la empresa CODESP, operadora de los puertos estatales brasileiros de la zona.

El relevamiento mediante cruces oblicuos fue realizado navegando aguas abajo, en el trayecto de regreso desde Cáceres a Corumbá. El relevamiento se hizo de orilla a orilla, en forma de zig-zag. En las curvas cerradas se procuró disminuir la distancia entre cruces, a fin de mejorar la definición del relevamiento. Para este tipo de trabajo mediante cruces oblicuos, se usó un bote liviano de aluminio, equipado con el sistema de relevamiento hidrográfico completo. Esto permitió navegar en zonas peligrosas, con obstáculos y bancos de arena, sin arriesgar la seguridad del barco madre, y extender todas las líneas hasta una distancia de 3 metros de la costa.

Entre el Km 3223 y el 3282, existe una ruta alternativa formada por los ríos SARARÉ y BRACINHO con menos problemas de bajos fondos.

Existe la opinión en varios baqueanos locales, que esta ruta tiene más futuro que el correspondiente tramo del Paraguay, llamado TAIAMA por los locales. Se decidió entonces relevar mediante cruces, en forma adicional a lo previsto, la totalidad de la ruta formada por los ríos SARARÉ y BRACINHO, adicionalmente a la ruta normal formada por el Río Paraguay, la cual fue relevada íntegramente.

En varios puntos de interés para el proyecto, fueron realizadas mediciones de velocidad de la corriente en uno o dos perfiles verticales, obtenidas con correntómetro. Por otra parte, y a los efectos de la estimación de caudales, se levantó el perfil batimétrico de la sección transversal en concordancia con la ubicación de los perfiles de velocidad. Las mediciones fueron realizadas en 9 sitios de los ríos Paraguay, y brazos Sararé y Bracinho.

A lo largo del trayecto se tomaron muestras de suelos en 10 puntos de interés, con muestreador "snapper", realizándose los análisis granulométricos en la forma descripta en el punto anterior.

2.5 ESTUDIOS HIDROLOGICOS

Las informaciones fundamentales de carácter hidrológico que debieron ser proporcionadas para los análisis técnicos y económicos de la navegación en la Hidrovia fueron los siguientes:

- Niveles de reducción

Como se indicó en la Sección 2, a los efectos de establecer un plano de referencia de aguas bajas a lo largo de la Hidrovia en relación al cual se pudieran medir las profundidades del lecho de los canales como así también los niveles variables de los perfiles de agua, debieron ser determinados para cada una de las estaciones limnimétricas seleccionadas, los niveles de reducción, determinados con el criterio estadístico uniforme que se describe en aquella sección.

- Informaciones de aplicación al modelo hidrodinámico

Las informaciones son las requeridas para el procesamiento de los modelos hidrodinámicos y de transporte de sedimentos asociados a los proyectos de las obras de navegación, comprendiendo: series de niveles medios diarios; series calculadas de caudales; curvas cota caudal, y mediciones de caudales líquidos y sólidos.

Un análisis de los datos disponibles en el Departamento Nacional de Aguas e Energía Eléctrica - DNAEE (Brasil), Administración Nacional de Navegación

y Puertos - ANNP (Paraguay) y en la Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables - DNCPyVN (Argentina), permitió establecer un total de 69 estaciones limnimétricas que contaban con por lo menos 20 años de registro. De estas, fueron seleccionadas para análisis, 34 estaciones a lo largo de la Hidrovia, y otras 4 en los afluentes Apa y Bermejo, y en el río Paraná aguas arriba de la confluencia con el Río Paraguay.

Para la determinación de los niveles de reducción fueron ejecutados análisis de consistencia de las series limnimétricas mediante correlaciones de cotas medias mensuales del período común observado en pares de puestos escogidos. El llenado de pequeñas fallas (días o meses) fue realizado a través de correlaciones de niveles medios diarios con puestos adyacentes. A seguir se determinaron las curvas de duración anuales de las series depuradas, determinándose, para cada año, el nivel con duración de 10%

Por correlaciones múltiples entre persistencias, tomándose siempre como base los puestos con el mayor período de registro, se extendieron las persistencias de todos los puestos al período 1911-1993. Con estas series de persistencia de largo período fueron establecidas curvas de probabilidad que permitieron asociar persistencias y períodos de retorno para cada puesto. Se obtuvieron así los niveles de reducción correspondientes al período indicado, para toda la Hidrovia a lo largo de los ríos Paraná y Paraguay.

Para determinar la corrección aplicable como se indicó en 2, para el río Paraná, fue necesario evaluar el efecto de la regularización de los grandes embalses en territorio brasileño. Sobre la base de las series de caudales suministradas por ELETROBRAS se verificó que el aumento de caudales mínimos correspondientes a 10% del tiempo de un año seco (T.R. = 10 años), es del orden de 2.000 m³/s. En el puesto limnimétrico de Corrientes se verifica que para el largo período, en condiciones normales, el caudal (para T.R. = 10 años, duración de 10%) es de 7.000 m³/s, caudal que, con la regularización, hubiera sido de 9.000 m³/s. En términos de niveles esto significa un aumento del orden de 1.00 m. Análisis similares para las estaciones de Paraná y Chapetón, también muestran un aumento muy próximo a 1.00 m. Por lo tanto, los niveles de reducción del río Paraná fueron establecidos agregando 1,00 m a los valores determinados en base a la serie histórica. En la Figura 2.5.1 se muestran las curvas de duración suministradas por ELETROBRÁS, correspondientes a las series de caudales naturales, y modificadas por la regularización de los embalses.

De acuerdo al estudio de Wallingford Hydraulic Research Station, el remanso del Río Paraná sobre el río Paraguay, con aguas bajas, se extiende hasta Dalmacia (Km 1514), 274 Km aguas arriba de Confluencia. En ese tramo, el plano de referencia fue determinado por interpolación linear entre los correspondientes a los ríos Paraná y Paraguay.

La Tabla 2.5.1 muestra los niveles de reducción determinados para las estaciones hidrométricas seleccionadas en el tramo Santa Fé-Corumbá, como así también sus altitudes absolutas ajustadas al datum del IGM de Argentina.

La Tabla 2.5.2 consigna los niveles de reducción en el tramo Corumbá-Cáceres.

Las informaciones de aplicación a los modelos hidrodinámicos incluyeron, además de las series limnimétricas ya referidas, las curvas cota-caudal y las series de caudales para cada estación hidrométrica. A tal efecto fueron efectuados diversos análisis de correlación y consistencia. Los análisis se extendieron a puestos de los ríos Apa y Bermejo.

La disponibilidad de datos sobre sedimentos en suspensión es escasa, limitada a mediciones de caudales sólidos realizadas en las estaciones de Puerto Pilcomayo, en el río Paraguay, Paraná, en el Paraná y El Colorado en el río Bermejo, cuya cuenca contribuye con una parte significativa del total de sedimentos en suspensión. Esta disponibilidad, sin embargo, no influye mayormente en el análisis de transporte de sedimentos y estimación de volúmenes de dragado de mantenimiento, pues ese transporte es constituido mayoritariamente por arrastres de fondo, estimados por otros medios (ver ítem 4.2.2).

Los datos hidrológicos fueron organizados en un banco de datos completo, en 32 diskettes HD de 3,5", con archivos compactados. Se preparó, junto con el banco, un manual para su utilización.

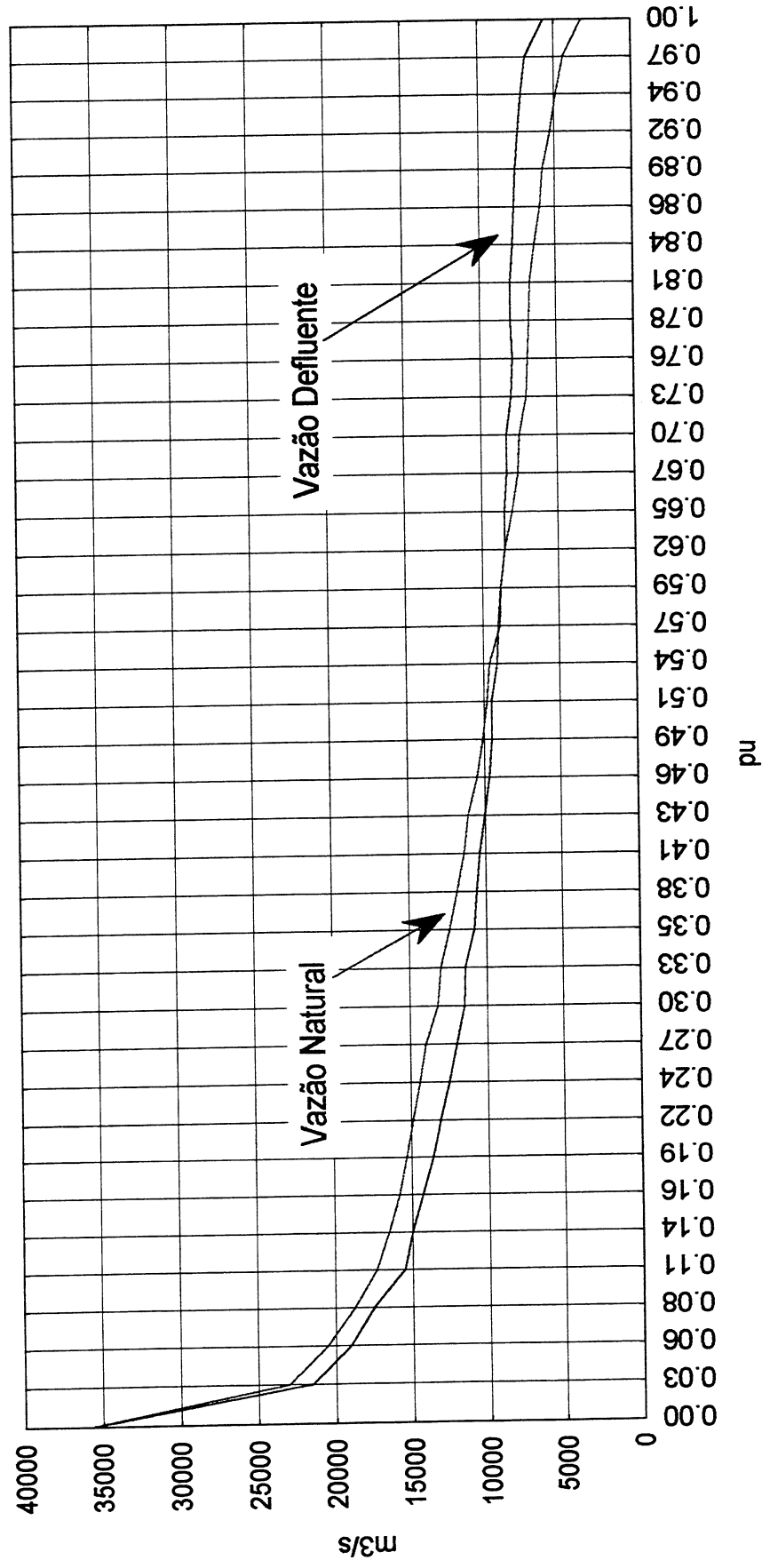
2.6 INFORMACIONES SOBRE INSTALACIONES PORTUARIAS

En la Tabla 2.6.1 se presenta el listado general de 106 puertos y embarcaderos de la Hidrovia. Después de un análisis general, se seleccionaron entre éstos, 34 puertos considerados como principales, que fueron objeto de visitas y entrevistas con sus autoridades, para actualización de las informaciones. Entre los datos que fueron levantados se destacan las capacidades de carga y descarga de barcas, que constituyen un dato de entrada importante para los análisis de costos hidroviarios.

Los puertos y embarcaderos de la Hidrovia, desde Cáceres hasta Nueva Palmira en el transcurso de su larga vida han sufrido cambiantes modificaciones en sus estructuras y en sus condiciones operacionales tanto técnicas como económicas.

Puertos que en otros tiempos han tenido una gran actividad y una gran influencia en el desarrollo de muchas ciudades, aparecen hoy con una estructura totalmente desactivada, en virtud de una variedad de factores que los llevaron a esta situación.

Figura 2.5.1
SISTEMA INTERLIGADO SUL/SUDESTE/CENTRO OESTE
CONFIGURAÇÃO HIDRELÉTRICA FINAL
CURVAS DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES NO RIO PARANÁ APÓS O RIO IGUAÇU



Fonte: ELETROBRÁS

TABLA 2.5.1 - NIVELES DE REDUCCION
(Tramo Santa Fé-Corumbá)

HIDROMETRO	Km (1)	Cota del Cero (m)			Ajuste (m) (5)	Cotas unificadas de los ceros	Niveles de reducción (NR) (m)	Cotas de los NR (m)
		BR (2)	PA (3)	AR (4)				
Ladário	2.755	82,15			-0,13	82,02	+0,08	82,10
Manga	2.686	78,58			-0,13	78,45	+2,24	80,69
Porto Esperanca	2.628	79,66			-0,13	79,53	-0,49	79,04
Forte Coimbra	2.561	78,90			-0,13	78,77	-1,18	77,59
Baía Negra	2.490	76,69			-0,13	76,56	-0,18	76,38
Barranco Branco	2.322	72,45			-0,13	72,32	+0,91	73,23
Fecho dos morros	2.271	71,75			-0,13	71,62	+0,78	72,40
Porto Murtinho	2.235	70,75			-0,13	70,62	+1,43	72,05
Puerto Casado	2.144		70,26		-0,84	69,42	+1,00	70,42
Puerto Pinasco	2.072		68,64		-0,84	67,80	+0,80	68,60
Pto. Concepción	1.940		65,13		-0,84	64,29	+0,81	65,10
Tacurupyta	1.887	62,09			-0,84	61,96	+1,19	63,15
Antequera	1.828		61,12		-0,84	60,28	+0,27	60,55
Rosario	1.777		58,34		-0,84	57,50	+0,37	57,87
Asunción	1.630		54,04		-0,84	53,20	+0,24	53,44
Villeta	1.593		52,86		-0,84	52,02	-0,08	51,94
Guyrati	1.580		51,32		-0,84	50,48	+0,56	51,04
Paraíso	1.522		49,99		-0,84	49,15	+0,43	49,58
Formosa	1.447			46,75	0,00	46,75	+0,50	47,25
Puerto Pilar	1.329		46,46		-0,84	45,62	+1,13	46,75
Puerto Bermejo	1.305			45,62	0,00	44,14	+1,00	45,14
Corrientes	1.208			41,84	0,00	41,84	+1,54	43,38
Empedrado	1.140			39,13	0,00	39,13	+1,30	40,43
Bella Vista	1.057			34,18	0,00	34,18	+1,39	35,57
Goya	972			29,12	0,00	29,12	+1,88	31,00
Reconquista	950			27,13	0,00	27,13	+2,19	29,32
Esquina	853			21,47	0,00	21,47	+1,93	23,40
La Paz	757			15,91	0,00	15,91	+1,53	17,44
Hernandarias	689			12,99	0,00	12,99	+0,80	13,79
Paraná	601			9,60	0,00	9,60	+1,01	10,61
Santa Fé	583			8,40	0,00	8,40	+1,40	9,80

- (1) Kilometraje con origen en el Puerto de Buenos Aires.
 (2) - (4) Cotas referidas a los datums brasileño (mareógrafo de Imbituba), paraguayo (IGM Paraguay) y argentino (mareógrafo de Mar del Plata).
 (5) Ajuste para referir todas las cotas al datum argentino.

TABLA 2.5.2 - NIVELES DE REDUCCION
(Tramo Corumbá-Cáceres)

HIDROMETRO	Km (1)	COTA DEL CERO (ajustada al IGM Argentino (m))	NIVELES DE REDUCCION (NR) (m)	COTAS DE LOS NR (m)
Cáceres	3441	109,21	1,14	110,35
Barranco Vermelho	3350	101,04	2,96	104,00
Descalvados	3303	98,57	2,67	101,24
Porto Conceição	3182	91,35	2,62	93,97
Bela Vista do Norte	3047	87,35	2,76	90,11
Refúgio Tres Bocas	2994	84,52	4,19	88,71
Amolar	2966	85,33	2,82	88,15
Sao Francisco	2908	82,93	2,80	85,73
Ladario	2755	82,02	0,08	82,10

(1) Kilometraje con origen en el Puerto de Buenos Aires

Tabla 2.6.1: Listado general de puertos y embarcaderos de la Hidrovia

Nombre	Km	País
Buenos Aires	0	Argentina
Transportadores del Bene S.A.(*)	67,5	Argentina
Campana(*)	97	Argentina
Zárate(*)	107	Argentina
Nueva Palmira(*)	139	Uruguay
Baradero	187	Argentina
Constanza	197	Argentina
Ibicuy(*)	218	Argentina
San Pedro(*)	277	Argentina
Obligado	299	Argentina
Ramallo(*)	325	Argentina
San Nicolás(*)	352	Argentina
Acindar	365	Argentina
Villa Constitución(*)	367	Argentina
Arroyo Seco	383	Argentina
Terminal Shell	395	Argentina
Punta Alvear	406	Argentina
Rosario(*)	420	Argentina
Borghi	440	Argentina
San Lorenzo(*)	447	Argentina
San Martín(*)	448	Argentina
Victoria	467	Argentina
Gaboto	482	Argentina
Aragón	510	Argentina
Diamante(*)	533	Argentina
Coronda	544	Argentina
Bajada Grande	585	Argentina
Santa Fe(*)	590	Argentina
Paraná(*)	601	Argentina
Villa Urquiza	619	Argentina
Brugo	644	Argentina
Santa Rosa	646	Argentina
Curtiembre	655	Argentina
Brugo	666	Argentina
Hernandarias	689	Argentina
Cayastá	714	Argentina
Helvecia	739	Argentina
Santa Elena	727	Argentina
La Paz	757	Argentina
San Javier	842	Argentina
Esquina	853	Argentina
Mal Abrigo	917	Argentina
Reconquista(*)	948	Argentina
Goya(*)	971	Argentina
Lavalle	994	Argentina
Ocampo	1054	Argentina
Bella Vista	1057	Argentina
Piracuacito	1091	Argentina
Piracúa	1102	Argentina
Empedrado	1140	Argentina
Barranqueras-Vilellas(*)	1198	Argentina
Corrientes(*)	1208	Argentina
Confluencia	1240	Argentina
Las Palmas	1265	Argentina
Humaitá	1290	Paraguay
Bermejo	1305	Argentina
Villa del Pilar	1329	Paraguay
Aquino	1415	Argentina

Nombre	Km	País
Villa Franca	1427	Paraguay
Villa Alberdi	1481	Paraguay
Formosa(*)	1488	Argentina
Villa Oliva	1489	Paraguay
Emilia	1503	Argentina
Dalmacia	1513	Argentina
Paso Laguna	1551	Paraguay
Guayratí	1580	Paraguay
Villeta(*)	1590	Paraguay
Bouvier	1601	Argentina
San Antonio	1604	Argentina
Villa Elise	1608	Paraguay
Pilcomayo	1615	Argentina
Itá Enramada	1617	Paraguay
Cerro Lambaré	1620	Paraguay
Asunción(*)	1630	Paraguay
Frigorífico Ceballos-Cué	1640	Paraguay
Villa Hayes(*)	1656	Paraguay
Frigorífico Piquete-Cué	1658	Paraguay
Aretacú	1671	Paraguay
Villa Rey	1734	Paraguay
Villa del Rosario	1776	Paraguay
Antequera	1827	Paraguay
Ybapobó	1908	Paraguay
Concepción(*)	1940	Paraguay
Alegre	1944	Paraguay
Cooper	2008	Paraguay
Cnel. José Sanz	2040	Paraguay
Itá Pucumí	2046	Paraguay
Pinasco	2076	Paraguay
Max	2084	Paraguay
Casado	2144	Paraguay
La Victoria	2147	Paraguay
Vallemí	2162	Paraguay
Sastre	2175	Paraguay
Murtinho(*)	2232	Brasil
Maria	2238	Paraguay
Guarany	2295	Paraguay
Olimpo	2327	Paraguay
Libia	2356	Paraguay
Mihanovich	2380	Paraguay
Voluntad	2414	Paraguay
Leda	2421	Paraguay
Bahía Negra	2490	Paraguay
Busch(*)	2524	Bolivia
Central Aguirre(*)	2777	Bolivia
Quijarro	2778	Bolivia
Terminal Gravel(*)	2780	Bolivia
Coimbra	2561	Brasil
Gregorio Curvo(*)	2625	Brasil
Esperança	2628	Brasil
da Manga	2686	Brasil
Ladario(*)	2755	Brasil
Terminal Branave(*)	2756	Brasil
Peixinho	2758	Brasil
Terminal Sobramil(*)	2759	Brasil
Corumbá(*)	2762	Brasil
Cáceres	3442	Brasil

(*) Puertos principales que fueron objeto de visitas y preparación de fichas con descripción de las instalaciones.

Es por ello que, en los análisis realizados, se han detallado los 34 puertos ya referidos que en la actualidad poseen las aptitudes más favorables para operar a lo largo de la Hidrovia, con las adaptaciones o mejoras necesarias para cumplir las condiciones que exija el proyecto. Estos puertos representan los que en la actualidad funcionan de acuerdo con el mayor movimiento de carga y con la mayor efectividad en todo lo relacionado con la transferencia de carga, sobre todo de granos, ya sea de barcaza a buques, camiones, ferrocarril o recíprocamente.

Es obvio que las diferentes circunstancias de demanda y producción, así como las de competencia entre los medios de transporte y efectividad y rendimiento en las distintas etapas que se llevan a cabo en los diferentes puertos y terminales, condicionarán la mayor o menor actividad en cada uno de ellos pero, de todos modos, ha sido posible determinar los puertos que pueden considerarse como más importantes en la actualidad o más aptos para ser integrados al sistema de la Hidrovia, y que se han considerado como puertos de origen y destino en los análisis realizados de economía de transporte.

2.7 ANALISIS DE LA FLOTA Y SELECCION DE LAS EMBARCACIONES DE PROYECTO

La práctica de la navegación establecida en la Hidrovia indica claramente que los proyectos de obras de navegación deben basarse en la utilización generalizada de convoyes de empuje. Estos convoyes están constituidos por trenes de barcasas sin propulsión propia que sirven exclusivamente para la estiba de carga, y por un remolcador de empuje (empujador), en que se concentran los equipos y la tripulación responsables por las funciones de propulsión y maniobra.

La navegación de empuje surgió en la Hidrovia Paraguay-Paraná, especialmente en la Argentina, en la década del 40, de forma prácticamente simultánea a su establecimiento definitivo en los EEUU. Las razones que, de lejos, tornan la navegación de empuje en la más competitiva en vías fluviales y de navegación interior, residen en la posibilidad de aumentar el porte de la embarcación sin detrimento para su desempeño. El convoy de empuje opera y maniobra como si fuese una embarcación única, con la ventaja de que, de acuerdo a la mayor conveniencia, el empujador tiene libertad para dejar un tren de barcasas y acoplarse a otro, sin inmovilizar la parte cara del sistema, representada por los equipos de propulsión, navegación y auxiliares, todos concentrados en el propio empujador. Las barcasas, por su vez, cuya misión es la estiba de carga, no se ven afectadas por sistemas de lastre y otros, que encarecen la operación de navíos autopropulsados.

A efectos de definir las dimensiones y características de los convoyes que deberían ser consideradas para los proyectos de los canales de navegación, se

obtuvieron de empresas armadoras datos correspondientes a 628 barcasas y 75 remolcadores de empuje.

En la Figura 2.7.1 se muestran los resultados del análisis de la flota de barcasas, en Términos de las frecuencias encontradas de esloras, mangas, puntales y capacidades de carga (TPB). Se verifica que un alto porcentaje de frecuencias correspondientes a los valores de manga, eslora y TPB corresponde a las medidas, prácticamente estandarizadas, de las llamadas barcasas “jumbo”.

Los puntales varían de acuerdo al tipo de barcaza, observándose, sin embargo, que el 60% de las barcasas tienen puntales de 3,5 m. o superiores.

En base a este análisis se ha uniformizado, a efectos de los proyectos, las medidas de las barcasas en los siguientes valores:

Eslora	:	60,0 m.
Manga	:	12,0 m.
Puntal	:	3,5 a 4,0 m.

Se ha observado una tendencia, en adquisiciones recientes de armadores, a la utilización de las denominadas barcasas “superjumbo”, con dimensiones e x m x p de 80 x 16 x 4 m. No se ha considerado que esta tendencia afecte la composición de la flota en el corto y medio plazo. De todos modos, la formación del convoy puede ser equivalente en uno u otro caso. Un convoy de formación 4x4 barcasas jumbo de 60x12 equivale en sus dimensiones a un convoy de 3x3 formado con barcasas superjumbo.

El calado de las embarcaciones depende del tipo y peso específico de la carga transportada, limitado por el puntal, con una revancha apropiada.

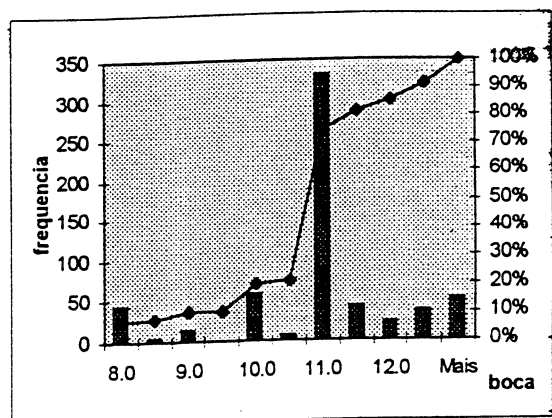
La flota registrada de remolcadores de empuje que opera en la Hidrovia cuenta con 80 unidades que suman 127.942 HP de potencia instalada que relacionada con 891.983 t de capacidad total de la flota de barcasas, da una relación carga / potencia de 7/1. Este es un valor bastante aceptable, que ha sido utilizado en los análisis económicos.

La eslora de los remolcadores de empuje varía entre límites bastante amplios, presentando una dispersión (desvío) significativo cuando se comparan los valores registrados con los de potencia. Sin embargo, para los convoyes tomados como base para los proyectos se puede considerar que varía entre 30 y 50 m.

En base a los valores analizados, las embarcaciones (convoyes) de proyecto tomados como base para los análisis de alternativas en el tramo Santa Fé-Corumbá, son los que se consignan en la Tabla 2.7.1 Se incluyó también, como límite máximo, un convoy 5x6. Un convoy de este tamaño llevaría,

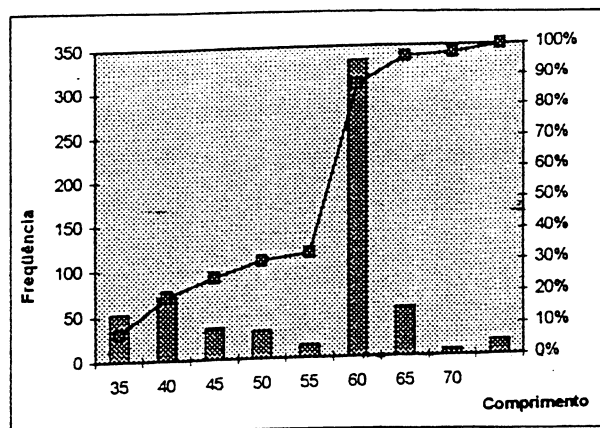
Manga	Frec.	Frec. Rel.	Acum. (%)
8.0	45	7%	7%
8.5	4	1%	8%
9.0	14	2%	10%
9.5	0	0%	10%
10.0	59	10%	20%
10.5	6	1%	21%
11.0	331	54%	75%
11.5	41	7%	82%
12.0	24	4%	85%
12.5	38	6%	92%
>	51	8%	100%
	613		

Manga



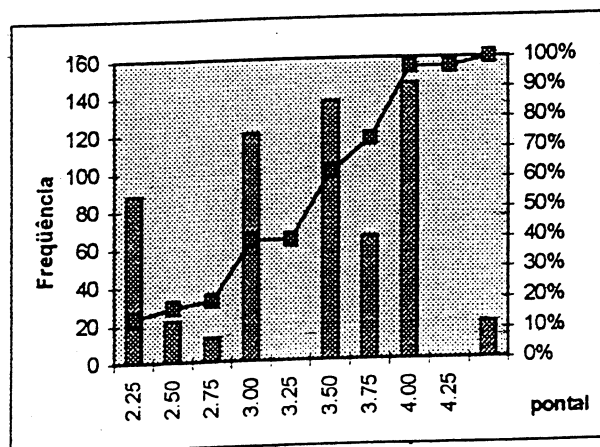
Eslora	Frec.	Frec. Rel.	Acum. (%)
35	53	9%	9%
40	70	11%	20%
45	35	6%	26%
50	31	5%	31%
55	14	2%	33%
60	334	54%	88%
65	54	9%	96%
70	6	1%	97%
>	16	3%	100%
	613		

Eslora



Puntal	Frec.	Frec. Rel.	Acum.
2.25	88	14%	14%
2.50	22	4%	18%
2.75	13	2%	20%
3.00	121	20%	40%
3.25	0	0%	40%
3.50	137	22%	62%
3.75	65	11%	73%
4.00	146	24%	97%
4.25	0	0%	97%
>	19	3%	100%
	611		

Puntal



TPB	Frec.	Frec. Rel.	Acum.
500	101	15%	15%
750	50	8%	23%
1000	39	6%	29%
1250	38	6%	34%
1500	141	21%	56%
1750	207	31%	87%
2000	34	5%	92%
2250	33	5%	97%
2500	2	0%	97%
>	19	3%	100%
	664		

TPB

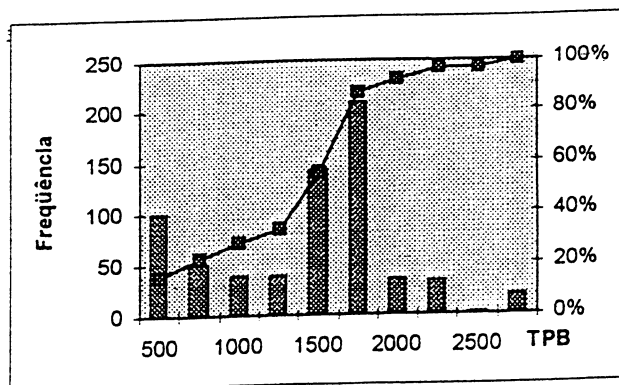


FIGURA 2.7.1: Flota de barcas de la Hidrovia
Distribuciones de manga, eslora, puntal y TPB

totalmente cargado, más de 50.000 t, tendría una eslora del orden de 420 m y requeriría un remolcador con potencia del orden de 7.500 a 8.000 HP.

TABLA: 2.7.1

EMBARCACIONES DE PROYECTO (convoyes compuestos por barcasas "jumbo" de 12.0 m. de manga y 60.0 m. de eslora)						
--	--	--	--	--	--	--

a) Santa Fé - Corumbá

FORMACIONES DE BARCAZAS	REMOLCADOR		TREN DE BARCAZAS		CONVOY	
	Potencia (HP)	Eslora (m)	Manga (m)	Eslora (m)	Manga (m)	Eslora (m)
3 x 3	2.250	30	36	180	36	210
3 x 4	3.000	40	36	240	36	280
4 x 4	4.000	40	48	240	48	280
4 x 5	5.000	50	48	300	48	350

b) Tramo Corumbá-Cáceres

2 x 2	1.000	30	24	120	24	150
2 x 1	600	25	24	60	24	85
1 x 2	600	25	12	120	12	145
1 x 1	200	20	12	60	12	80

En el tramo Corumbá-Cáceres de la Hidrovia se navega, actualmente, con barcasas menores, por causa de las limitaciones de ancho, profundidad y radio de curvatura presentadas en esta parte superior de la vía navegable. Los análisis realizados mostraron, sin embargo, que con las obras de mejoramiento previstas, es posible adecuar este tramo para que también en él se pueda navegar con barcasas tipo "jumbo", con la economía de transporte que estas barcasas representan, aunque reduciendo el tamaño de los convoyes, como también se indica en la Tabla 2.7.1.

3. RELEVAMIENTOS Y ESTUDIOS BASICOS DE ECONOMIA DE TRANSPORTE

3.1 DETERMINACION DEL AREA DE INFLUENCIA DE LA VIA DE NAVEGACION

Se trata de delimitar el área en que productores y consumidores podrían tener interés en utilizar la vía de navegación para el transporte de mercaderías producidas o consumidas, en comparación con los modos de transporte alternativos (carretero y ferroviario) disponibles.

Se recolectaron datos sobre las redes de transporte carretero y ferroviario, inclusive los relativos a proyectos recientes que se encuentran en vías de implementación. Se obtuvieron, asimismo, informaciones sobre tarifas, fletes y costos de transporte de los tres modos.

Teóricamente se trata de determinar las “curvas isocosto” que limitan las áreas de preferencia para uno u otro modo de transporte. El procedimiento se aplicó dentro de una línea de máxima, para no dejar de incluir zonas en que, dentro de la precisión general posible en estos análisis, un examen más detallado pueda revelar atraktividad para el transporte hidroviario.

En el análisis se identificaron también las “zonas de tráfico”, homogéneas en términos de preferencia de transporte, internas y externas al área de influencia.

En la Figura 3.1.1 se muestra, como resultado de los análisis realizados, la delimitación del área de influencia de la Hidrovia y sus zonas de tráfico.

3.2 CAPACIDADES Y COSTOS DE PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES “COMMODITIES”

Este estudio fue realizado con el propósito principal de fijar, para las proyecciones de flujo de carga, los límites de producción de productos a granel agrícolas y minerales, dados por factores como la extensión y aptitud de suelos y productividades en el caso de productos agrícolas, y reservas comprobadas en el caso de minerales.

A tal efecto se identificaron las tierras aptas para producción agrícola de granos, ordenadas en tres grupos de aptitud denominadas A, B y C de acuerdo con sus capacidades decrecientes (alta, media y baja) de productividad. El resultado de este análisis ha sido volcado al mapa de la Figura 3.2.1, estimándose también las superficies en hectáreas respectivas.

A seguir se adoptaron los siguientes niveles medios de productividad, basados en el cultivo de soja, que actualmente es el de mayor expresión:

- Grupo A : 3.000 Kg/h.año
- Grupo B : 2.500 Kg/h.año
- Grupo C : 2.000 Kg/h.año

Adoptando valores actuales para la participación de la producción de soja (en general del orden de 60% o superior), se obtuvieron los potenciales de producción indicados en la Tabla 3.2.1.

Análisis semejante fue realizado para la producción forestal (madera en troncos, leña, postes, carbón vegetal, celulosa y otros). Se comprobó que no existen en esta área, límites de producción que deberían ser impuestos a las proyecciones de cargas transportadas por la Hidrovia.

Los costos de producción de soja que resultaron de los análisis están expuestos en la Tabla 3.2.2.

Las reservas de mineral de hierro y manganeso en el área del entorno de Corumbá son las que se indican a continuación, en base a informaciones de DNPM (Brasil) y COMIBOL (Bolivia):

Reserva de Mineral de Hierro y Manganeso
(millones de toneladas)

	<u>Brasil</u>	<u>Bolivia</u>
<u>Mineral de hierro</u>		
. reservas medidas	498	143
. reservas indicadas	255	s.d.
. reservas inferidas	276	s.d.
<u>Mineral de manganeso</u>		
. reservas medidas	22	s.d.
. reservas indicadas	85	s.d.
. reservas inferidas	77	s.d.

Teniendo en cuenta la magnitud de los volúmenes transportados, se verifica que no existen límites para este transporte, impuestos por las reservas disponibles de mineral.

También se realizó una encuesta en la INC (Industria Nacional de Cemento), Paraguay, constatándose que las reservas de calcáreo son ampliamente suficientes para la producción de clínquer en Vallemi.

TABLA 3.2.1

**POTENCIAL DE PRODUCCION DE SOJA EN EL AREA DE INFLUENCIA
DE LA HIDROVIA PARAGUAY - PARANA**

Zona de Tráfico	Producción Física por Grupo de Aptitud (mil toneladas)			
	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Total
MATO GROSSO	24.783	34.061	6.868	65.712
01 - Cuiabá	620	-	516	1.136
02 - Cáceres	-	-	1.032	1.032
03 - Pontes e Lacerda	2.787	-	1.135	3.922
04 - Tangará da Serra	1.393	-	-	1.393
05 - Diamantino	2.013	-	-	2.013
06 - Rondonópolis	774	-	413	1.187
07 - Alto Araguaia	-	-	160	160
09 - C. Novos dos Parecís	14.100	774	1.342	16.216
10 - Primavera do Leste	-	1.937	619	2.556
12 - Sinop	3.096	21.162	929	25.187
14 - Barra do Garças	-	10.188	722	10.910
MATO GROSSO DO SUL	1.701	6.837	4.025	12.563
08 - Chapadão do Sul	309	-	516	825
15 - Coxim	-	1.290	-	1.290
17 - Miranda	618	-	-	618
18 - Aquidauana	-	645	-	645
19 - Campo Grande	-	2.451	-	2.451
20 - Três Lagoas	-	516	413	929
21 - Dourados	-	1.935	3.096	5.031
22 - Porto Murtinho	774	-	-	774
BOLÍVIA (1)	4.180	-	-	4.180
33 - Santa Cruz	2.167	-	-	2.167
34 - San Ignacio de Velasco	2.013	-	-	2.013
PARAGUAY	4.954	-	-	4.954
47 - Ciudad del Este	3.561	-	-	3.561
48 - Encarnación	1.393	-	-	1.393
ARGENTINA	29.730	750	-	30.480
50 - Formosa	3.360	-	-	3.360
51 - Resistencia	4.170	-	-	4.170
52 - Corrientes	6.450	750	-	7.200
60 - Jujuy	1.500	-	-	1.500
61 - Salta	7.050	-	-	7.050
62 - Tucuman	2.700	-	-	2.700
63 - Santiago del Estero	4.500	-	-	4.500
AREA DE INFLUENCIA	65.348	41.648	10.893	117.889

(1) Departamento de Santa Cruz.

Fuente: Elaboración propia a partir del Cuadro 13.2.1.

CUADRO 3.2.2

HIDROVIA PARAGUAY-PARANÁ
COSTO DE PRODUCCION DE SOJA POR PAÍS
(US\$ / ha)

Item de Costo	Brasil	Argentina	Paraguay	Bolivia	Estados Unidos
A - COSTOS VARIABLES DE OPERACION	<u>221,65</u>	<u>189,39</u>	<u>187,06</u>	<u>160,77</u>	<u>159,68</u>
A.1 Operación de Máquinas y Transporte	94,95	114,18	84,25	87,55	60,78
A.2 Insumos	126,80	75,21	102,81	73,22 (2)	98,90
: Semillas	36,36	29,60	28,00	-	28,35
: Fertilizantes y Correctivos	72,78	-	23,96	-	20,08
: Herbicidas	8,99	26,70	43,66	-	50,46 (1)
B - COSTOS FIJOS DE OPERACION	<u>67,50</u>	<u>73,75</u>	<u>54,42</u>	<u>52,01</u>	<u>118,95</u>
B.1 Depreciación de Máquinas	33,81	34,25	25,27	22,85	61,85
B.2 Seguros	5,81	7,53	5,56	5,78	34,50
B.3 Enc. Sociales / Gastos Administrativos	27,88	31,97	23,59	23,38	22,60
Subtotal/ha	289,15	263,14	241,48	212,78	278,63
Subtotal/t	144,58	131,57	170,74	106,39	139,32
C - REMUNERACION DE LA TIERRA (*)	42,00	80,00	40,00	42,00	123,67
Total/ha	331,15	343,14	281,48	254,78	402,30
Total/t	165,50	171,57	140,74	127,39	201,15

(*) Corresponde a 4,0% del valor de la tierra con mejoras en Brasil, Argentina y Paraguay, y 6,0% en Santa Cruz (Bolivia).
El costo en los Estados Unidos de América fue extraído de la estructura del costo de producción del USDA.

Obs.: (1) Incluye Defensivos.

(2) Dato Global:

Tasas de Cambio de Abril/95: US\$ 1.00 = GS\$ 2,000,00 - US\$ 1.00 = R\$ 0,90 - US\$ 1.00 = \$ 1,00. Los costos de Bolivia y Argentina ya fueron publicados en US\$.

Fuente: Elaboración propia, en base a informaciones de instituciones oficiales de los diversos países.

3.3 ANALISIS Y PROYECCION DE LOS FLUJOS GLOBALES DE TRANSPORTE

Se trata del análisis y proyección de los flujos globales de transporte correspondientes al área de influencia, clasificados por origen y destino.

Las proyecciones de los flujos globales fueron realizadas para el año 1997 (el más temprano para el inicio de operación de la Hidrovia en la condición “con proyecto”), para el año 2020 y para los años intermedios de 2000, 2005 y 2010. Proyecciones para otros años intermedios pueden ser efectuadas por interpolación lineal.

Se resumen a continuación los trabajos involucrados en este tema, y sus principales resultados.

3.3.1 Selección de productos

Un análisis de los datos estadísticos disponibles condujo a la individualización de los siguientes productos de interés para el transporte hidroviario:

- soja en grano
- torta de soja
- aceite de soja
- tortas y aceites vegetales diversos
- mineral de hierro y productos de su reducción directa
- mineral de manganeso
- clínquer
- madera (bruta y aserrada)
- fibra de algodón
- celulosa
- trigo
- petróleo bruto y derivados
- azúcar

En su conjunto, se estima que estos productos representan cerca del 90% del flujo total de mercaderías de interés para el transporte hidroviario, en el período relevante para la evaluación económica. El 10% restante fue agregado en la categoría “otros”.

3.3.2 Situación “sin proyecto” y “con proyecto”, tráfico generado

Los términos “sin proyecto” y “con proyecto” utilizados en las proyecciones tienen un significado algo diferente que el atribuido a los mismos en los puntos 1.2 y 1.3. Aquí, la proyección “sin proyecto”, es la proyección de los

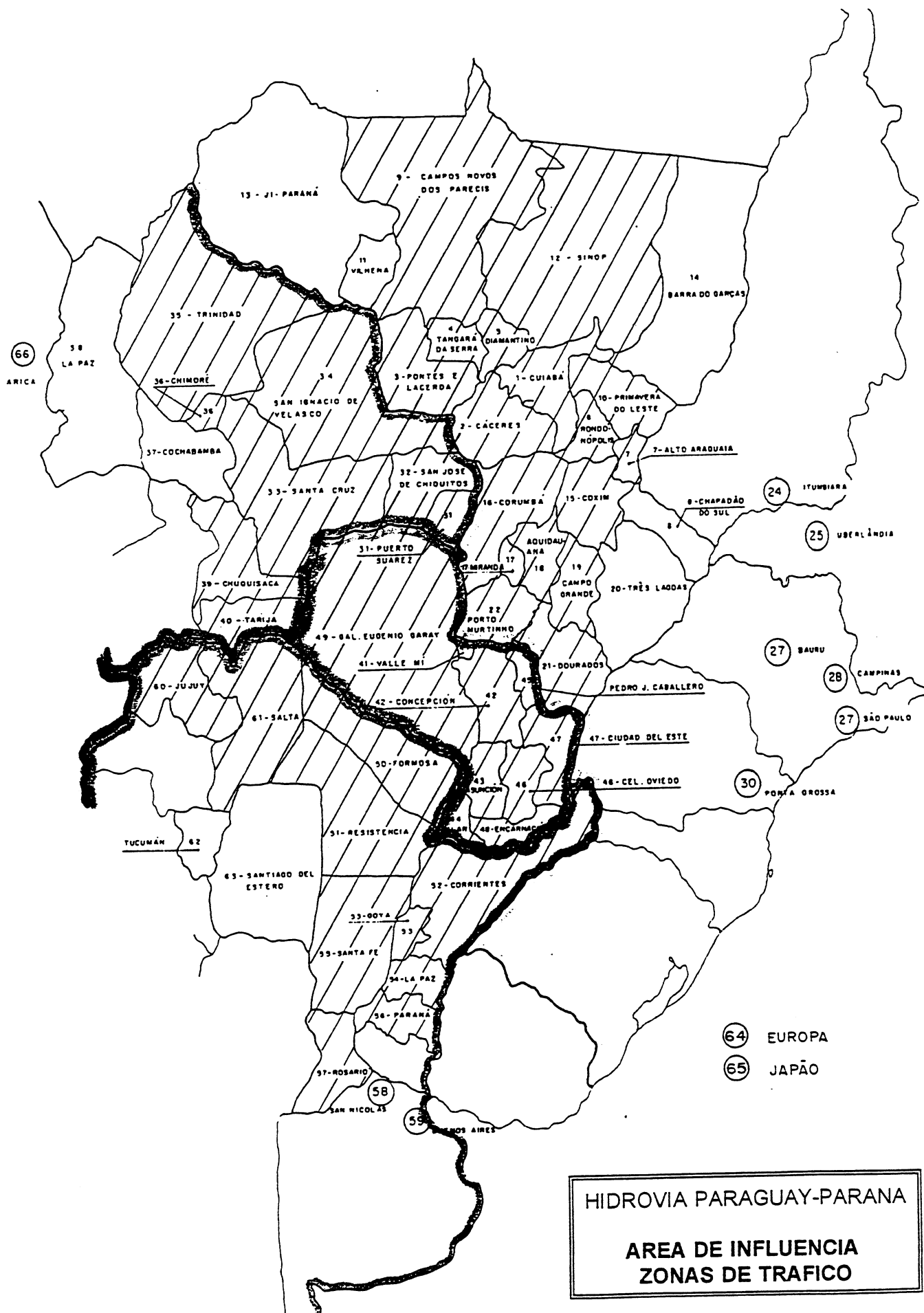


Ilustración 3.1.1

flujos de mercaderías basada en las tendencias naturales verificadas en los análisis, sin tener en cuenta los medios de transporte utilizados.

Para la situación “con proyecto” la proyección “sin proyecto” debe ser sometida a ajustes que se conocen como “tráfico generado”. Trátase del efecto del proyecto en términos de posibles aumentos del nivel de producción en su área de influencia. En la práctica de estudios de factibilidad de proyectos de transporte, el tráfico generado sólo se considera, en general, en regiones para las cuáles el proyecto representa un cambio profundo en términos de accesibilidad. En el área de estudio sólo puede admitirse, en principio, la aplicación de este concepto a la producción de soja en Bolivia y en el Estado de Mato Grosso, y a la producción de minerales de hierro y manganeso en la región de Corumbá-Puerto Quijarro.

3.3.3 Hipótesis de proyección

Para los flujos más expresivos y para los cuáles, al mismo tiempo, las proyecciones se mostraron sujetas a grandes incertidumbres, fueron consideradas hipótesis de proyección “media”, “inferior” y “superior”. Estas hipótesis se aplican principalmente a los flujos del complejo soja (granos, tortas y aceites) de Bolivia, Mato Grosso y Norte de Argentina, así como también al mineral de hierro de Corumbá/Puerto Suarez. Excepcionalmente, esto fue hecho también para las exportaciones de madera bruta de la región Misiones / Corrientes. Puede admitirse, en relación a los demás flujos, que eventuales desvíos para más en algunos casos, tienden a ser compensados por desvíos para menos en otros. Así puede trabajarse, para esas proyecciones, solo con la hipótesis media.

Siempre que fue posible, las proyecciones se basaron en las tendencias observadas en las series históricas de producción, consumo y comercio, acotadas por entrevistas calificadas. En los casos en que los flujos son generados apenas por una o pocas empresas, las proyecciones correspondieron esencialmente a las previsiones de esas empresas, en entrevistas concedidas a los consultores. Naturalmente, se cuidó de que las previsiones así presentadas, correspondiesen a metas efectivas de las empresas.

3.3.4 Proyección - Situación “Sin Proyecto”

Se adoptaron numerosos procedimientos de proyección, de forma específica para cada uno de los productos considerados.

Por ejemplo, para el complejo soja, las proyecciones se basaron, esencialmente, en tendencias ajustadas sobre un conjunto de series históricas referentes a producción, consumo y comercio internacional de soja en grano, tortas y aceite de soja.

Estas tendencias fueron inicialmente investigadas a nivel del mercado mundial.

A continuación, se investigaron las mismas tendencias en las cuatro grandes regiones que componen el área de estudio y que son importantes generadoras de flujos referentes al complejo soja: Mato Grosso y Mato Grosso do Sul, en el Brasil; el departamento de Santa Cruz, en Bolivia; la totalidad del Paraguay, y el Norte de Argentina.

Las proyecciones de flujos para cada una de estas subregiones fueron realizadas en base a esas tendencias, respetando, sin embargo, los condicionantes determinados por el mercado mundial, y los límites impuestos por el potencial físico de producción, determinados como se indica en 3.2.

Una vez realizadas las proyecciones de flujos para cada una de las subregiones, las mismas fueron desagregadas por origen y destino a nivel de zonas de tráfico, en general en base a la distribución actualmente observada.

Las proyecciones marcaron dos tendencias, tanto a nivel mundial como de las subregiones del área de estudio, que son el aumento del rendimiento físico en Kg/ha y, paralelamente, la disminución del precio real de la soja en grano en el mercado mundial. Ambas tendencias se observan en la Tabla N° 3.3.1. Específicamente, las proyecciones se basaron en la extrapolación de estas tendencias de rendimiento físico y precio real, así como también de sus efectos sobre las variables de área plantada y producción, en cada una de las subregiones del área de estudio.

Las proyecciones del complejo soja referentes a Mato Grosso, Santa Cruz y Norte de Argentina se elaboraron para las tres hipótesis, media, superior e inferior. Estas son regiones donde la soja sólo comenzó a cultivarse recientemente de forma intensiva, y donde el crecimiento de esta producción ha registrado tasas explosivas, características que tornan más inciertas las previsiones a largo plazo. En las demás regiones productoras, que son Mato Grosso do Sul y Paraguay, el cultivo de soja puede ser considerado tradicional y ya se muestra estabilizado (inclusive con permanencia del área cultivada). Para estas regiones, por tanto, se trabajó con una hipótesis única de proyección.

Cada uno de los pasos señalados fue realizado mediante la aplicación de procedimientos de análisis matemático y estadístico, con aplicación de modelos y análisis de regresión.

Procedimientos semejantes fueron aplicados para los demás productos seleccionados para los análisis.

Como resultado de los análisis, se elaboró un informe con 85 tablas de diversos tipos, y 18 tablas de síntesis que detallan los flujos globales de transporte por origen y destino. En las Tablas 3.3.2, 3.3.3 y 3.3.4 se presenta

TABLA 3.3.1: PRECIOS DE SOJA EN GRANO A NIVEL MUNDIAL

Año	IPC-USA(*)	Precio CIF Rotterdam (US\$/t)		Rendimiento Medio (Kg/ha)	Ingreso bruto/ha (US\$/ha) (**)
		Corriente	US\$ de 1993		
1975	37,0	220	650	1516	986
1976	39,1	231	646	1409	911
1977	41,7	280	735	1594	1171
1978	49,9	268	588	1611	947
1979	55,6	298	586	1752	1027
1980	63,1	296	513	1601	822
1981	69,7	288	452	1748	790
1982	73,9	244	361	1768	639
1983	76,3	282	404	1626	657
1984	79,6	282	388	1715	665
1985	82,4	224	297	1905	567
1986	83,9	208	271	1819	493
1987	87,1	216	271	1919	521
1988	90,5	304	367	1778	653
1989	94,9	275	317	1838	583
1990	100,0	247	270	1991	538
1991	104,3	239	251	1882	472
1992	107,4	236	240	2052	493
1993	109,4	255	255	1942	495
1994	112,9	254	246	2208	543

(*) Índice de precios al consumidor en los Estados Unidos.

(**) Precio CIF Rotterdam (US\$/t), en US\$ de 1993, multiplicado por el rendimiento (t/ha).

Fuentes:

- Precios y rendimientos: FAO, Anuarios de producción.

- IPC-USA: Revista Conjuntura Económica de la Fundación Getúlio Vargas.

TABLA 3.3.2

**SINTESIS DE LAS PROYECCIONES DE FLUJOS GLOBALES DE INTERES
PARA LA HIDROVIA (Proyección sin Proyecto)
HIPOTESIS MEDIA (1000 toneladas)**

Sentido Norte-Sur	1997	2000	2005	2010	2020
Soja en grano	3544	3610	4651	6313	9160
Torta de soja	2593	3294	4002	4382	5245
Aceite de soja	273	317	357	376	424
Sub-total complejo soja	6410	7221	9010	11071	14829
Tortas diversas (*)	650	710	823	955	1283
Aceites diversos (*)	234	256	296	344	462
Mineral de hierro	1400	1621	2068	2640	4300
Mineral de manganeso	121	121	121	121	121
Clinker	555	640	783	926	1212
Celulosa	267	600	600	600	600
Madera bruta	349	349	349	349	349
Madera serrada	180	180	180	180	180
Fibra de algodón	313	361	449	545	767
Otros	105	105	105	105	105
Sub-total sentido norte-sur	10584	12164	14784	17836	24208
Sentido Sur-Norte					
Petróleo y derivados	1216	1398	1702	2006	2614
Trigo en grano	227	277	355	438	616
Otros	169	169	169	169	169
Sub total sentido sur-norte	1612	1844	2226	2613	3399
Total en los dos sentidos	12503	14305	17289	20708	27817

(*) Tortas y aceites obtenidos a partir de semilla de algodón, soja y otras oleaginosas (Reconquista/Santa Fé - Argentina).

TABLA 3.3.3

**SINTESIS DE LAS PROYECCIONES DE FLUJOS GLOBALES DE INTERES
PARA LA HIDROVIA (Proyección sin Proyecto)
HIPOTESIS SUPERIOR (1000 toneladas)**

Sentido Norte-Sur	1997	2000	2005	2010	2020
Soja en grano	3922	4043	5223	7014	9699
Torta de soja	2781	3623	4504	4971	5934
Aceite de soja	289	346	399	423	479
Sub-total complejo soja	6992	8012	10126	12408	16112
Tortas diversas (*)	650	710	823	955	1283
Aceites diversos (*)	234	256	296	344	462
Mineral de Hierro	1400	1621	2068	2640	4300
Mineral de manganeso	121	121	121	121	121
Clinker	555	640	783	926	1212
Celulosa	267	600	600	600	600
Madera bruta	398	398	398	398	398
Madera serrada	180	180	180	180	180
Fibra de algodón	313	361	449	545	767
Otros	105	105	105	105	105
Sub-total sentido norte-sur	11215	13004	15949	19222	25540
Sentido Sur-Norte					
Petróleo y derivados	1216	1398	1702	2006	2614
Trigo en grano	227	277	355	438	616
Otros	169	169	169	169	169
Sub-total sentido sur-norte	1612	1844	2226	2613	3399
Total en los dos sentidos	13183	15194	18503	22143	29198

(*) Tortas y aceites obtenidos a partir de semilla de algodón, soja y otras oleaginosas (Reconquista/Santa Fé - Argentina).

TABLA 3.3.4

**SINTESIS DE LAS PROYECCIONES DE FLUJOS GLOBALES DE INTERES
PARA LA HIDROVIA (Proyección sin Proyecto)
HIPOTESIS INFERIOR (1000 toneladas)**

Sentido Norte-Sur	1997	2000	2005	2010	2020
Soja en grano	3166	3162	4079	5557	8621
Torta de soja	2405	2970	3501	3794	4555
Aceite de soja	257	291	317	328	371
Sub-total complejo soja	5828	6423	7897	9679	13547
Tortas diversas (*)	650	710	823	955	1283
Aceites diversos (*)	234	256	296	344	462
Mineral de Hierro	1400	1621	2068	2640	4300
Mineral de manganeso	121	121	121	121	121
Clinker	555	640	783	926	1212
Celulosa	267	600	600	600	600
Madera bruta	299	299	299	299	299
Madera serrada	180	180	180	180	180
Fibra de algodón	271	309	379	455	628
Otros	105	105	105	105	105
Sub-total sentido norte-sur	9952	11316	13621	16394	22876
Sentido Sur-Norte					
Petróleo y derivados	1216	1398	1702	2006	2614
Trigo en grano	227	277	355	438	616
Otros	169	169	169	169	169
Sub-total sentido sur-norte	1612	1844	2226	2613	3399
Total en los dos sentidos	11822	13408	16077	19217	26436

- (*) Tortas y aceites obtenidos a partir de semilla de algodón, soja y otras oleaginosas (Reconquista/Santa Fé - Argentina).

la síntesis general para las hipótesis media, superior e inferior, que resume los flujos de transporte en sentido Norte-Sur y Sur-Norte.

3.3.5 Proyección-Situación “Con Proyecto” (tráfico generado)

En lo referente a la situación con proyecto se admitió, como ya mencionado en 2.3.2, que para casi todos los flujos las proyecciones son las mismas de la situación sin proyecto. Las excepciones corresponden a la exportación de soja en grano de Mato Grosso y Santa Cruz y las exportaciones de mineral de hierro de las zonas de tráfico de Corumbá-Puerto Suarez.

Fueron así calculados, para la soja en grano, “factores de tráfico generado” (FTG) que corresponden al aumento porcentual de la exportación por cada dólar de reducción, para el exportador, del costo de transporte. La suposición básica aquí adoptada es que la reducción del costo de transporte para el exportador sería equivalente a un aumento del precio CIF de la soja. Esto sería asegurado, en términos aproximados, por la fuerte competencia, en todos los niveles, que caracteriza el mercado internacional de la soja.

A partir de estos presupuestos principales fueron determinadas, mediante cálculo diferencial, funciones específicas para Santa Cruz y Mato Grosso que, para cada año de proyección (1997, 2000, 2005, 2010 y 2020) expresan los FTG en función de las reducciones de costos de transporte, y que fueron introducidos en el modelo de división modal.

La determinación precisa de FTG en el caso de la soja fue posible porque las proyecciones de los flujos correspondientes, se basan en expresiones algebraicas, determinadas por métodos econométricos.

Ya en relación al tráfico generado de mineral de hierro, cuyos flujos no fueron determinados por métodos econométricos, no fué posible estimar factores de tráfico generado. Lo que se hizo fue crear directamente hipótesis de proyección con y sin proyecto. Sin embargo, esto fue hecho solamente para las exportaciones fuera del área de estudio. Solo hay diferencias entre las proyecciones de flujos globales de mineral de hierro sin y con proyecto para las exportaciones destinadas al “Resto del Mundo” (lo que excluye los mercados argentino y paraguayo). Además, las proyecciones “con proyecto” solo se aplican a las alternativas de proyecto que pueden propiciar un costo de transporte inferior a U\$S 9.00 por tonelada.

Las proyecciones de flujos de transporte de mineral de hierro y las condiciones que las tornan factibles, fueron obtenidas a través de entrevistas con representantes de las empresas productoras, Mineração Corumbaense Reunida - MTC (Rio Tinto Zinc-RTZ) y Mineração Urucum (Companhia Vale do Rio Doce - CVRD). En la Tabla 3.3.5 se presentan las proyecciones de exportación de mineral de hierro con origen en Corumbá-Puerto Quijarro (los puertos de origen efectivos son Gregorio Curvo (MTC) y Ladario

(M.U.)) y destino Resto del Mundo, en las diversas hipótesis aquí consideradas.

Tabla 3.3.5

Flujos generados de Mineral de Hierro

Exportaciones de mineral de hierro de Corumbá/Gregorio Curvo
para el resto del mundo

Unidad: 1000 toneladas

Hipotesis de Demanda	1997	2000	2005	2010	2020
Media	1000,0	1157,6	1477,5	1885,6	3071,5
Superior	1000,0	1157,6	3157,6	4030,0	6564,5
Inferior	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

4. ESTUDIOS DE PROYECTO PRELIMINARES

4.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Bajo este título se reúnen todos los estudios de proyecto referentes a obras de canalización y sistemas de ayuda a la navegación, realizados a nivel preliminar de anteproyecto, a efectos de examinar su factibilidad técnico-económica y financiera.

Los estudios realizados a este nivel se destinan en general a la determinación de los costos y características operacionales correspondientes a diversas alternativas de proyecto definidas en función de determinadas “variables o parámetros de decisión”, de forma a posibilitar la realización de análisis de evaluación económica y financiera destinados a establecer los valores de esas variables que representen una solución óptima en términos de determinados indicadores (como el valor actual de los beneficios netos - VAN, y la tasa de descuento a la cual se igualan los valores actuales de los beneficios brutos y de los costos, llamada Tasa Interna de Retorno - TIR). En el caso de las obras de canalización esas variables fueron el ancho en tramos rectos y la profundidad de canal correspondientes a tamaños variables de “convoyes de proyecto” que por su vez determinan las economías de escala en que se basa el cálculo de los beneficios. Para los sistemas de ayuda a la navegación, en cambio, se estableció una única alternativa de mejoramiento de la señalización existente, definida de acuerdo a las normas técnicas vigentes, a efectos de permitir la navegación continua, o sea 24 horas/día.

Para las obras de canalización del Tramo Santa Fé-Corumbá, incluyendo el Canal Tamengo, la solución óptima definida por los análisis económico-financieros debía llevarse posteriormente a nivel de proyecto básico de licitación. Por ello, ya en la etapa de estudios de proyecto preliminares aquí descripta se contó, como expuesto en el punto 2 anterior, con relevamientos y estudios básicos detallados, apropiados para aquel nivel de proyecto. Para las obras correspondientes al tramo Corumbá-Cáceres, en cambio, los proyectos preliminares y el correspondiente estudio de factibilidad constituían el objetivo final del trabajo, sin que se pretendiera llevar las soluciones elegidas a nivel de proyecto básico. Los relevamientos batimétricos y demás investigaciones realizadas lo fueron portanto a un nivel menos detallado, como descripto en el punto 2.4.2, empleándose también, para la elaboración de los proyectos, una metodología apropiada al nivel de análisis de factibilidad, como se describe en el punto 4.3 siguiente.

La preparación de los proyectos en los dos tramos incluyó la determinación de los volúmenes de dragado de mantenimiento, mediante la aplicación del modelo de simulación HEC-6 del U.S. Corps of Engineers, a efectos de la estimación de los costos respectivos.

Los análisis de evaluación económico-financiera realizados de las obras de los dos tramos, como se describe en el punto 6 siguiente, tuvieron como objetivo la determinación de las dimensiones óptimas de las obras correspondientes a una primera etapa de desarrollo. A efectos de la preparación de un plan de desarrollo a largo plazo (1997-2020) de la Hidrovía quedaron por ser examinados, también a nivel de proyecto preliminar, las siguientes posibilidades de obras:

- ampliaciones futuras de las dimensiones (y capacidad) de los canales definidas para la 1ª etapa de desarrollo;
- obras fijas de estabilización.

Se incluyeron también, como establecido en los Términos de Referencia, análisis de proyectos preliminares de los accesos para embarcaciones fluviales, a los principales puertos localizados a lo largo de la Hidrovía.

La presente sección termina con una consideración sobre posibles embalses de regularización.

4.2 PROYECTOS PRELIMINARES - TRAMO SANTA FÉ-CORUMBÁ

4.2.1 Obras de Canalización

Como se indica en la sección 2.7, relativa a la selección de las embarcaciones de diseño, se determinó la ejecución de anteproyectos para 7 alternativas de trenes de barcaza “jumbo”: 3 x 3; 3 x 4; 4 x 4; 4 x 5 y, como límite máximo, 5 x 6. A éstas, fueron agregadas las conformaciones 4 x 3 y 3 x 5, resultando las alternativas de proyecto indicadas en el siguiente cuadro:

Configuración de Convoy	3 x 3	3 x 4	3 x 5	4 x 3	4 x 4	4 x 5	5 x 6
Ancho de canal (m)	60	65	75	80	90	100	125

Calado (m)		A	B	C	D	E	F	G
2,0	0	A0	B0	C0	D0	E0	F0	G0
2,6	1	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1
3,0	2	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2
3,4	3	A3	B3	C3	D3	E3	F3	G3

La indicación de “calado”, no se refiere a una característica de las embarcaciones (el calado de éstas depende del mayor o menor peso de la carga transportada), sino que se trata del “calado de proyecto”, del cual se deriva, considerando una revancha de 0,3 m (0,6 m en fondos rocosos) y un sobredragado, también de 0,3 m, la profundidad de dragado referida al plano de reducción. En el análisis económico (q.v.) se han determinado, en base al régimen de persistencia de niveles de agua (también referidos al plano de

Tabla N° 4.2.1 - VOLUMENES DE DRAGADO Y DERROCAMIENTO DE APERTURA (m3)

1. - Río Paraná - TRAMO SANTA FE - CONFLUENCIA

ARENA

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,6	40.696	44.087	50.870	54.261	61.044	67.827
3,2	409.375	443.490	511.719	545.834	614.063	682.292
3,6	819.198	887.465	1.023.998	1.092.264	1.228.797	1.365.330
4,0	1.296.780	1.404.845	1.620.975	1.729.040	1.945.171	2.082.697

2. - Río Paraguay - TRAMO CONFLUENCIA - ASUNCION

ARENA

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,6	1.263.044	1.347.289	1.545.780	1.600.025	1.769.829	1.937.007
3,2	2.012.226	2.148.556	2.421.216	2.557.546	2.830.205	3.102.865
3,6	2.563.240	2.737.373	3.085.639	3.259.772	3.608.038	3.956.303
4,0	3.145.724	3.359.411	3.786.785	4.000.472	4.427.846	4.855.220

3. - Río Paraguay - TRAMO ASUNCION - RIO APA

ARENA

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,6	2.691.851	2.895.679	3.300.595	3.507.169	3.914.828	4.322.487
3,2	5.587.459	6.022.495	6.892.552	7.327.612	8.197.691	9.067.765
3,6	7.670.693	8.276.996	9.489.591	10.095.924	11.308.489	12.521.155
4,0	9.634.218	10.538.624	11.911.997	12.872.999	14.429.299	15.985.499

3. - Río Paraguay - TRAMO ASUNCION - RIO APA

ROCA

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,9	88.954	96.368	111.191	118.604	133.429	148.254
3,5	409.559	438.274	505.676	539.415	606.891	674.269
3,9	553.339	632.256	693.348	739.547	832.038	904.194
4,3	706.687	765.579	908.384	942.251	1.059.984	1.177.813

4. - Río Paraguay - TRAMO RIO APA - CORUMBA

ARENA

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,6	1.559.878	2.679.360	1.918.324	2.037.807	2.276.770	2.515.734
3,2	2.506.701	2.699.701	3.085.701	3.278.701	3.664.701	4.048.201
3,6	3.018.351	3.251.483	3.717.748	3.950.880	4.417.145	4.883.409
4,0	3.532.236	3.805.500	4.352.030	4.625.294	5.171.824	5.718.353

::

Tabla N° 4.2.1 - VOLUMENES DE DRAGADO Y DERROCAMIENTO DE APERTURA (m3)

5. - CANAL TAMENGO

ARENA

Profundidad (m)	Ancho (m)						
	60	65	75	80	90	100	125
2,6	1.268.925	1.403.529	1.545.333	1.828.942	2.112.550	2.396.159	3.125.340
3,2	1.572.967	1.730.685	1.897.403	2.230.839	2.564.275	2.897.711	3.757.221
3,6	1.775.681	1.948.811	2.132.142	2.498.803	2.865.464	3.232.125	4.178.537
4,0	1.978.410	2.166.217	2.365.423	2.763.837	3.162.250	3.560.664	4.595.097

5. - CANAL TAMENGO

ROCA

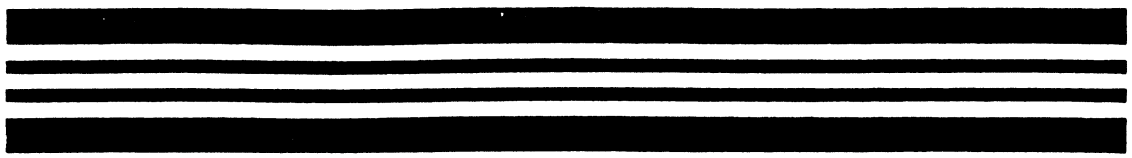
Profundidad (m)	Ancho (m)						
	60	65	75	80	90	100	125
2,9	7.200	8.197	9.194	11.188	13.182	15.175	20.160
3,5	9.000	10.302	11.603	14.206	16.809	19.412	25.920
3,9	10.200	11.705	13.209	16.218	19.228	22.237	29.760
4,3	11.400	13.477	15.554	19.708	23.862	28.015	38.400

VOLUMENES TOTALES DE ARENA POR ALTERNATIVA (m3)

Profundidad (m)	Ancho (m)						
	60	65	75	80	90	100	125
2,6	6.824.394	8.369.944	8.360.902	9.028.204	10.135.021	11.239.214	14.103.917
3,2	12.088.728	13.044.927	14.808.590	15.940.531	17.870.935	19.798.834	24.601.446
3,6	15.847.163	17.102.128	19.449.117	20.897.643	23.427.933	25.958.323	32.232.225
4,0	19.587.368	21.274.598	24.037.211	25.991.643	29.136.390	32.202.433	40.072.020

VOLUMENES TOTALES DE ROCA POR ALTERNATIVA (m3)

Profundidad (m)	Ancho (m)						
	60	65	75	80	90	100	125
2,9	96.154	104.565	120.385	129.792	146.611	163.429	205.479
3,5	418.559	448.576	517.279	553.621	623.700	693.681	868.781
3,9	563.539	643.961	706.557	755.765	851.266	926.431	1.185.274
4,3	718.087	779.056	923.938	961.959	1.083.846	1.205.828	1.460.855



reducción), los calados medios con que se podrá navegar para cada alternativa de calado de proyecto, y las correspondientes economías de transporte.

Los anchos de canal indicados, corresponden a tramos rectos alineados con la corriente, y a las recomendaciones de PIANC y USCOE, adaptadas a las condiciones específicas de la Hidrovía Paraguay-Paraná. En todos los tramos no rectos o no alineados con la corriente, el ancho de canal fue aumentado para tener en cuenta la deriva del convoy.

Las dragas necesarias para construir estas alternativas, fueron determinadas en base al tipo de material a dragar, rendimientos y la experiencia existente en la zona.

En su gran mayoría el material a dragar es arenoso, siendo más apropiadas las dragas hidráulicas con cabezal cortador. Para los pasos rocosos, se ha supuesto que los materiales puedan ser dragados mediante dragas escavadoras mecánicas sin uso de explosivos, excepto en el Paso Remanso Castillo.

Los sitios de deposición del material dragado fueron seleccionados teniendo en cuenta que el mismo está básicamente compuesto por arenas no contaminadas. Se adoptó así el criterio de depositarlos dentro del cauce, aguas abajo de los sitios de dragado, en zonas donde la energía de la corriente fuera intermedia. De esta manera, se evita el retorno a las zonas dragadas, no se perturba el hábitat en zonas de humedades marginales y principalmente, lo que fue considerado como factor de la mayor importancia desde el punto de vista ambiental, no se altera el equilibrio sedimentológico del río.

En base a los relevamientos obtenidos, existentes o relevados por la Asociación, se determinaron los volúmenes de dragado y derrocamiento de apertura para los 92 pasos de navegación que fueron estudiados, para las alternativas indicadas en el cuadro anterior. En la Tabla 4.2.1 se resumen estos volúmenes.

4.2.2 Análisis de Modelo y Determinación de los Volúmenes de Dragado y Mantenimiento

El análisis tuvo por objetivo simular las condiciones hidráulicas y de transporte de sedimentos en los pasos dragados a efectos de representar el proceso de erosión/ deposición de sedimentos y estimar los volúmenes de dragado de forma periódica para mantenimiento de la vía navegable.

El modelo utilizado para los fines del presente trabajo es un modelo numérico de canal abierto, desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU, HEC-6 (USACOE-HEC) que incorpora límites

móviles para permitir la simulación y predicción de cambios en las profundidades del río como consecuencia de la erosión y deposición de los sedimentos y de la evolución de la forma del lecho por migración de los sedimentos de fondo.

Como datos de entrada se utilizaron los relevamientos batimétricos, los anteproyectos de canales, las informaciones hidrológicas de relaciones altura-caudal y series de niveles y caudales y los datos sobre sedimentos de fondo obtenidos en los relevamientos de campo.

Los volúmenes de dragado de mantenimiento fueron estimados para un conjunto de 23 pasos de navegación en los ríos Paraná y Paraguay, extrapolando los resultados obtenidos a los demás pasos.

Como resultado de los análisis, se presentan en la Tabla 4.2.2 los volúmenes anuales de dragado de mantenimiento. En relación a estos volúmenes, cabe observar, en relación a los estimados para el canal Tamengo, que fueron sujetos a una revisión en la fase de proyecto final.

Se computó también el efecto de los dragados sobre los niveles de agua del río concluyéndose que los cambios de declividades resultantes de los dragados de abertura y mantenimiento son localmente restringidos a las inmediaciones de los pasos dragados, y más aún si se considera que los niveles dragados se depositarán en el propio cauce fluvial, por lo que el área transversal quedará esencialmente constante. Los cambios de niveles y declividades fueron sujetos a los análisis de modelo más extensos, descriptos en la Sección 5 siguiente. Se concluyó también que los efectos del dragado son mucho menores que los cambios de nivel que resultan de causas naturales.

Se investigó asimismo la relación entre el arrastre de fondo total del sistema fluvial y las cantidades de sedimentos que deberán ser removidos por los dragados de mantenimiento. Para un caso típico (paso 241, Yacaré Superior, km.2631) se comprobó un arrastre fondo natural total medio del orden de 1.300.000 m³/ año; los volúmenes anuales de mantenimiento varían entre 7% y 20% de ese valor, según la alternativa considerada.

4.2.3 Mejoramiento de los Sistemas de Ayuda a la Navegación

4.2.3.1 Consideraciones Generales

El desarrollo de esta tarea ha tenido como base el conocimiento de las características particulares de los sistemas de ayuda a la navegación actualmente en uso para los diversos tramos de la Hidrovía, desde Santa Fe hasta Corumbá, incluyendo el Canal Tamengo y el tramo concesionado exclusivamente argentino, correspondiente al Río Paraná de las Palmas

Tabla N° 4.2.2 - VOLUMENES ANUALES DE DRAGADO DE MANTENIMIENTO (m3/año)

1. - Río Paraná - TRAMO SANTA FE - CONFLUENCIA

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,6	5.532	5.593	6.915	7.375	8.297	9.219
3,2	258.942	280.521	323.678	345.256	388.413	431.570
3,6	428.114	463.790	535.142	570.818	642.171	713.523
4,0	629.838	682.325	787.298	839.784	944.757	1.024.730

2. - Río Paraguay - TRAMO CONFLUENCIA - ASUNCION

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,6	201.417	218.201	251.771	268.555	302.125	335.694
3,2	562.128	608.972	702.660	749.504	843.192	936.880
3,6	800.310	867.003	1.388.000	1.067.080	1.160.469	1.333.850
4,0	1.103.452	1.144.761	1.379.315	1.408.936	1.085.053	1.761.170

3. - Río Paraguay - TRAMO ASUNCION - RIO APA

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,6	337.127	365.220	421.408	449.502	505.690	561.878
3,2	1.082.252	1.170.362	1.342.586	1.431.977	1.606.336	1.780.796
3,6	1.959.745	2.118.114	2.430.732	2.593.243	2.909.942	3.226.742
4,0	2.802.070	3.084.686	3.450.309	3.777.014	4.238.615	4.700.117

4. - Río Paraguay - TRAMO RIO APA - CORUMBA

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,6	122.857	133.095	153.571	163.809	184.285	204.761
3,2	543.758	587.482	674.930	718.654	806.102	893.300
3,6	778.268	840.364	964.556	1.026.652	1.150.845	1.275.037
4,0	1.020.449	1.101.269	1.262.908	1.343.728	1.505.367	1.667.007

5. - CANAL TAMENGO

Valores estimados a dragar cada 10 años

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,6	367.988	407.023	448.147	530.393	612.640	694.886
3,2	471.890	571.126	569.221	669.252	769.283	869.313
3,6	585.975	643.108	703.607	824.605	945.603	1.066.601
4,0	712.228	779.838	851.552	994.981	1.138.410	1.281.839

::

VOLUMENES TOTALES POR ALTERNATIVA (m3/Año)

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,6	703.732	762.811	878.480	942.280	1.061.661	1.181.041
3,2	2.494.269	2.704.450	3.100.776	3.312.316	3.720.971	4.129.477
3,6	4.025.035	4.353.582	5.388.791	5.340.254	5.957.987	6.655.812
4,0	5.627.032	6.091.025	6.964.985	7.468.960	7.887.633	9.281.208

hasta sus desembocaduras en el Canal Mitre, y, a través del Guazú y Bravo, frente a Nueva Palmira en el Río Uruguay.

Por otra parte, la metodología del estudio previó necesario tomar conocimiento específico de los sistemas de ayuda a la navegación utilizados en el Río Mississippi de los Estados Unidos de Norteamérica, en virtud de las características físicas similares a las de la Hidrovía y el alto grado de desarrollo y eficiencia alcanzado por la navegación de trenes de barcas en esa vía.

Este doble conocimiento básico, conjuntamente con el emergente de una vasta gama de conversaciones y consultas realizadas con calificados entes responsables y usuarios de la Hidrovía (armadores, capitanes de convoyes, baqueanos, etc.), ha permitido establecer los criterios generales y particulares que fueron aplicados para definir y detallar las mejoras proyectadas de los sistemas de ayuda a la navegación de la Hidrovía Paraguay-Paraná. Estas mejoras deberán posibilitar la navegación de trenes de barcas -considerados los usuarios más exigentes- durante las 24 horas del día, según lo requieren los Términos de Referencia del Proyecto.

4.2.3.2 Levantamientos y análisis básicos

Las investigaciones se iniciaron con un levantamiento completo de la señalización existente en Argentina, Paraguay, Brasil y Bolivia (Canal Tamengo), del apoyo logístico prestado por las entidades responsables (Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables-DNCP y VN, Argentina, Administración Nacional de Navegación y Puertos - ANNP, Paraguay y Diretoria de Hidrografia e Navegación - DHN, Brasil) y otros servicios de apoyo prestados por las entidades señaladas.

Se realizó un análisis del sistema de señalización del río Mississippi, que por sus características generales es parecido a la Hidrovía, aunque no presenta, como en esta, el problema de los camalotes. Sin embargo, debido a su costo reducido, se recomienda hacer una experiencia con las boyas livianas tipo Mississippi, a efectos de evaluar su comportamiento y necesidades de reposición a lo largo de un período de tiempo adecuado.

4.2.3.3 Criterios y Normas

Se realizó una reseña y discusión comparativa en los criterios y normas a ser aplicados en el proyecto, que se resume a continuación.

La señalización debe cumplir con el sistema lateral IALA B (International Association of Lighthouse Authorities), cuyo equivalente en español es AISM (Asociación Internacional de Señalización Marítima).

Las normas del sistema lateral IALA B son:

- * Navegando en el sentido de “dirección convencional del balizamiento”, las señales laterales de día y de noche se identifican por el color rojo y marca de tope cónica roja (vértice arriba) para las correspondientes a la banda de estribor del buque navegando, y por el color verde y marca de tope cilíndrica verde, correspondientes a la banda de babor.
- * Las señales luminosas emitirán las luces del color respectivo con ritmos diferenciados entre sí.

Estas normas fueron adaptadas a la navegación fluvial con el sistema de señalización lateral y por el de acción a emprender. El uso de las normas IALA B lateral y las de “Acción a Emprender”, son empleadas distintamente según las características particulares de los tramos de la Hidrovía.

El Comité Intergubernamental de la Hidrovía, en Julio de 1994 elaboró un “Reglamento Unico de Balizamiento”, de cuyo texto se reproduce el primer párrafo:

“Artículo 1º: Los países signatarios adoptarán el sistema IALA (Región B) adaptado a la navegación fluvial o el sistema de señalización de “Acciones a Emprender” o ambos en forma indistinta, según las características particulares de los diferentes tramos de la Hidrovía. En los tramos en que fuere utilizado el sistema de “Acciones a Emprender”, el mismo será de acuerdo con lo especificado en los Artículos siguientes, y representados en los Anexos I y II de este Reglamento.”

La aplicación de este Reglamento Unico de Balizamiento o cualquier otro en el futuro, siempre y cuando se adopta al sistema lateral IALA B, deberá mantener el carácter de único para los 5 países ribereños.

Se asume que las embarcaciones usuarias de la Hidrovía tendrán el equipamiento necesario para la navegación, como ser: compases, sondas ecoicas, proyectores con alcance $\geq 2,000$ m, radar, VHF, y tener actualizadas las cartas o croquis de navegación, lista de faros y balizas, avisos para los navegantes.

Las embarcaciones deben ser tripuladas por personal competente. Debe existir una adecuada relación entre la potencia de los remolcadores de empuje y el desplazamiento del convoy.

Se deben tener en cuenta las recomendaciones sobre la organización del ente responsable de la señalización en el tramo que corresponda, teniendo en cuenta la experiencia local y la del Servicio de Guarda Costas de EEUU, responsable de la señalización en el Mississippi.

Debe haber un programa regular de relevamientos batimétricos y detallado de los pasos críticos o lugares con problemas (perenne o circunstancial), a lo largo del canal navegable.

Mantener una fluída comunicación entre el personal afectado al relevamiento batimétrico y el que está afectado a la implantación y mantenimiento de la señalización, a fin de tener al día las novedades en el río y poder adecuar la señalización de acuerdo a las mismas.

Además de las informaciones sobre el estado de la señalización, mediante los Avisos a los Navegantes, toda novedad de interés tendrá inmediata retransmisión radial por los canales VHF establecidos y emisoras radiales.

Mantener una comunicación fluída con los operadores usuarios de la Hidrovía y promover que también ellos informen sobre el estado de balizamiento o requerimientos según lo encontrado por ellos en los viajes.

Se asume que el posicionamiento del convoy depende del boyado conformado por boyas ciegas, dotados de paneles reflectores de la luz y paneles reflectores pasivos de radar navegando de noche con ayuda del radar. En estas condiciones, las distancias entre las boyas se determinan teniendo en cuenta poder visualizar en la pantalla del radar rangos 0,75 a 1,5 ms, simultáneamente 2 boyas en los pasos críticos.

En curvas, la señalización debe indicar, mediante balizas o boyas, como mínimo la entrada y salida de la margen cóncava de la curva. Dentro de lo posible, y según el embancamiento en la margen convexa, señalar también el ápice de la misma.

En tramos rectos, donde la costa es bien visible y de fácil identificación durante el día y con buenos ecos de radar, las distancias entre señales no deben exceder la distancia promedio recorrida en media hora por un convoy cargado, navegando hacia aguas arriba. En base a una velocidad de 5 Km/h, navegando contra la corriente, se estima esa distancia en 2,5 Km.

En lo que se refiere a las características de las boyas, se adoptaron los siguientes criterios:

- Mínimo empleo de boyas luminosas. Dentro de lo posible eliminarlas.
- Dotar las boyas ciegas de paneles reflectores pasivos de radar e indicadores de la señalización incorporada, con buen poder reflectante al haz de luz del reflector, tener suficiente franco bordo y altura para una buena visualización.
- Preferencia para boyas metálicas, rellena con poliuretano, para poder seguir funcionando aún después de ligeras embestidas por embarcaciones usuarias.
- Facilidad de las boyas para liberarse de los camalotes.

- Las boyas serán emplazadas, reubicadas o removidas según las condiciones de niveles de agua en el tramo.
- En curvas <1500m., equivalente a aproximadamente 5 L de un convoy (L=300 m) la entrada y salida de las curvas serán señalizadas dentro de lo posible por balizas ciegas. Este criterio es válido también para curvas de R> 1500 y tramos rectos donde hay mantenimiento de dragado del canal.

4.2.3.4 Selección de boyas y balizas

Sería conveniente que las autoridades responsables por la señalización de la Hidrovía, realicen trabajos de investigación, pruebas y tests de tipos de boya diferentes de las utilizadas hasta el presente. Sin embargo, a efectos de la selección para el presente proyecto, se tomaron en consideración las boyas tipo 1B y II B, históricamente empleadas por la DNCP y VN que por su comportamiento bien conocido ante el problema “camalotes”, suficiente información sobre costos de fabricación, mantenimiento y operacionales, y con un importante stock, las hacen aptas para ser recomendadas.

Además de estos dos tipos de boyas, se han incorporado en el elenco de boyas propuestas, las boyas livianas tipo Brasil.

En lo que refiere a balizas, se recomiendan las siguientes:

- Baliza de madera tipo poste telegráfico o de luz, previo tratamiento (Cromo Cupro Arseniato).
- Los postes serán empotrados en el suelo no menos de 1,83, (6') y consolidados en muertos de hormigón.
- En caso de ser necesario el emplazamiento de balizas en bañados o en el río, para mejor conservación las mismas serán de cañas de acero previamente tratadas (Cadmium).
- Toda baliza luminosa o ciega tendrá además un panel indicador del kilometraje con letras bien visibles sobre fondo blanco.
- Los paneles señalizadores tendrán las formas y colores adoptados en IALA B resaltando la señal con pintura reflectante.

4.2.3.5 Propuesta de Señalización

Conforme al objetivo de mejoramiento de la señalización, y según los criterios adoptados, a fin de asegurar la navegación durante las 24 horas del día, se propone la nueva señalización incorporando la existente y agregando nuevas señales.

La propuesta se ha basado en las cartas náuticas existentes de la DNP y (Argentina) (Santa Fé-Asunción) y DHN (Brasil) (Asunción-Corumbá). Con base en estas cartas se han preparado croquis de ubicación de las

señales, presentados en el Volumen 4 - "Planos" de los Documentos de Licitación.

La propuesta de señalización incluye la totalidad de las señales existentes y nuevas. En la Tabla 4.2.3 se da un resumen de la señalización adicional requerida.

A las señales indicadas deben agregarse señales adicionales en el acceso al puerto de Nueva Palmira y, de acuerdo a nuestra propuesta, señales especiales en el tramo de la vía troncal aguas abajo de Santa Fe, para separación del tránsito de convoyes fluviales, del tráfico de embarcaciones de ultramar.

La propuesta presentada incluye los accesos portuarios. En particular, se tomó en consideración la información suministrada por la ANNP del Paraguay, que incluye la derrota al puerto de Asunción.

4.2.3.6 Costos de Implantación y Mantenimiento

Fueron levantados los costos de plaza para la adquisición y mantenimiento de los sistemas de señalización. Los factores que conformaron los costos fueron:

- Costos de adquisición de los nuevos elementos con precios ponderados, obtenidos de Brasil y Argentina. El costo de la mano de obra de instalación se consideró incluida en los costos operacionales de las unidades de balizamiento.
- Costos de capital que incluyen intereses, amortizaciones y seguros.
- Costos, promedio de transporte y eventuales.
- Costos promedios de impuestos.
- Costos promedios de mantenimiento, en base a valores de 1995, provenientes de distritos a cargo del balizamiento.
- Costos promedios de operaciones.

En base a estos factores se elaboraron los costos presentados en el punto 4.2.4.

4.2.3.7 Otros estudios

En los análisis realizados se incluyeron también consideraciones sobre sistemas de navegación electrónicos (GPS diferencial), una discusión del método "acciones a emprender", cumplimiento de normas internacionales de señalización, información sobre alturas hidrométricas y estado de la señalización, comunicación entre puentes, características de las señales luminosas, sistemas de reposición y mantenimiento, y confiabilidad del posicionamiento de señales.

Tabla 4.2.3 : Señalización adicional requerida, tramo Nueva Palmira - Corumbá / Canal Tamengo

Elemento de señalización	Tramo		
	Río Paraguay Km 1616 a Km 2172,3	Río Paraguay Km 2172,3 a Km 2761,8	Canal Tamengo
Boyas Luminosas IIB	0	0	0
Boyas Luminosas IB	18	1	1
Equipos Lumínicos	0	0	0
Boyas Ciegas IB	5	0	0
Boyas Ciegas tipo Brasileñas	307	50	25
Balizas Luminosas	172	32	1
Balizas Ciegas	24	71	4
Balizas de Enfilación	21	0	0
Boyas de Amarre	0	2	0

Se analizaron también los lugares críticos que actualmente obligan al fraccionamiento de convoyes y que, con el proyecto aquí presentado deberán ser eliminados, exceptuando posiblemente la desembocadura del río Bermejo, que presenta problemas no controlables de correntada, formación y erosión rápida de bancos de material fino. Asimismo, se examinaron las facilidades de amarre requeridas para el fraccionamiento de convoyes (a ser evitado en el futuro) y para la operación en el puerto de Nueva Palmira.

4.2.4 Estimaciones de Costos

En base a los tipos de dragas seleccionados, se hizo un relevamiento general de los costos de los equipos respectivos en Argentina, Brasil, Paraguay, EE.UU y Europa. Se incluyeron los costos de adquisición de los equipos y de los costos de capital, operación y mantenimiento.

Considerando la productividad de las dragas de acuerdo al tipo de material para dragados de abertura y mantenimiento y los períodos productivos e improductivos de acuerdo al calendario previsto, se estimaron los costos unitarios por metro cúbico, para dragados en arena y derrocamientos.

En base a estos valores, aplicados a los volúmenes de dragados y derrocamientos de abertura, y de los dragados de mantenimiento para las diversas alternativas, se estimaron los costos que constan en las Tablas 4.2.4 y 4.2.5.

Se estimaron también los costos de adquisición de las instalaciones y equipos de señalización nuevos, y los costos operacionales y de mantenimiento totales del sistema de señalización de la Hidrovía, que constan en la Tabla 4.2.6. Cabe señalar que los costos presentados en esta Tabla ya corresponden a los ajustes finales realizados en la fase de elaboración de los proyectos básicos de licitación.

4.3 **PROYECTOS PRELIMINARES - TRAMO CORUMBÁ-CÁCERES**

En este tramo el río Paraguay atraviesa el Pantanal de Mato Grosso, área altamente sensible desde el punto de vista ambiental, habiéndose recibido al respecto la siguiente directiva de la delegación brasileña al CIH (el área se encuentra enteramente bajo jurisdicción del Brasil):

“Sobre la definición del Tramo Cáceres-Corumbá la Delegación de Brasil manifestó su posición según la cual el estudio en ejecución en el marco del Módulo B1 del Proyecto objeto del Convenio BID/PNUD/CIH, deberá considerar prioritariamente las características excepcionales existentes en el tramo del río Paraguay, entre Corumbá y Cáceres, en la región del Pantanal Matogrosense - Patrimonio Ecológico de la Humanidad. Por esa razón,

Tabla N° 4.2.4 - COSTOS DE DRAGADO Y DERROCAMIENTO DE APERTURA

a - COSTOS POR TRAMO (Miles de U\$S)

1. - Río Paraná - TRAMO SANTA FE - CONFLUENCIA

	Ancho (m)						
Profundidad (m)	60	65	75	80	90	100	125
2,6	884,3	893,4	911,5	920,5	938,6	956,8	1.002,0
3,2	1.868,7	1.959,8	2.141,9	2.233,0	2.415,2	2.597,4	3.052,8
3,6	3.093,6	3.275,9	3.640,4	3.822,7	4.187,2	4.551,8	5.808,1
4,0	4.401,4	4.690,0	5.267,0	5.555,5	6.132,6	6.499,8	8.152,3

2. - Río Paraguay - TRAMO CONFLUENCIA - ASUNCION

	Ancho (m)						
Profundidad (m)	60	65	75	80	90	100	125
2,6	4.157,5	4.382,4	4.912,4	5.057,2	5.510,6	5.961,5	7.072,9
3,2	6.157,7	6.521,7	7.249,7	7.613,7	8.721,2	9.453,8	11.268,7
3,6	7.613,5	8.457,3	9.385,9	9.850,3	10.778,9	11.707,5	14.029,1
4,0	9.578,8	10.148,7	11.288,4	11.473,0	12.998,1	14.571,5	17.366,8

3. - Río Paraguay - TRAMO ASUNCION - RIO APA

	Ancho (m)						
Profundidad (m)	60	65	75	80	90	100	125
2,6	12.613,0	13.514,4	15.190,7	16.064,0	18.108,7	20.138,7	24.886,7
3,2	30.875,1	33.224,0	38.390,1	40.679,5	44.796,7	50.038,1	61.933,3
3,6	41.934,8	46.045,8	52.162,1	55.266,1	61.063,8	67.817,0	84.467,8
4,0	52.447,2	57.234,5	65.367,4	69.974,1	77.300,4	87.093,8	106.291,3

4. - Río Paraguay - TRAMO RIO APA - CORUMBA

	Ancho (m)						
Profundidad (m)	60	65	75	80	90	100	125
2,6	4.953,5	5.272,5	5.910,5	6.229,5	6.867,5	7.505,6	9.538,6
3,2	7.319,8	7.835,1	9.348,7	9.864,0	10.894,6	11.918,6	14.501,7
3,6	8.116,0	9.766,0	11.007,5	11.628,3	12.869,9	14.111,4	17.691,7
4,0	10.032,1	11.242,9	12.698,5	13.426,3	14.881,9	16.820,5	20.452,8

5. - CANAL TAMENGO

	Ancho (m)						
Profundidad (m)	60	65	75	80	90	100	125
2,6	4.316,0	4.707,6	5.118,3	5.939,9	6.761,4	7.583,0	10.173,7
3,2	5.185,9	5.648,9	6.136,1	7.593,3	8.567,5	9.541,8	12.046,6
3,6	5.763,8	6.274,3	6.812,0	8.370,5	9.446,0	10.521,4	13.289,5
4,0	6.343,6	6.911,6	7.510,1	9.190,0	10.386,9	11.583,9	14.768,8

::

b - COSTOS TOTALES POR ALTERNATIVA (Miles de U\$S)

	Ancho (m)						
Profundidad (m)	60	65	75	80	90	100	125
2,6	26.924,3	28.770,3	32.043,4	34.211,1	38.186,8	42.145,6	52.673,9
3,2	51.407,2	55.189,5	63.266,5	67.983,5	75.395,2	83.549,7	102.803,1
3,6	66.521,7	73.819,3	83.007,9	88.937,9	98.345,8	108.709,1	135.286,2
4,0	82.803,1	90.227,7	102.131,4	109.618,9	121.699,9	136.569,5	167.032,0

Tabla N° 4.2.5 - COSTOS ANUALES - DRAGADOS DE MANTENIMIENTO

a - COSTOS POR TRAMO (Miles de U\$S/Año)

1. - Río Paraná - TRAMO SANTA FE - CONFLUENCIA

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,6	723,4	724,3	726,2	727,1	729,0	730,9
3,2	1.239,7	1.283,7	1.371,6	1.415,6	1.503,5	1.591,5
3,6	1.715,8	1.788,5	1.930,4	2.006,6	2.152,0	2.297,4
4,0	2.126,9	2.233,8	2.474,9	2.587,5	2.801,4	2.931,5

2. - Río Paraguay - TRAMO CONFLUENCIA - ASUNCION

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,6	1.234,2	1.158,5	1.226,9	1.157,6	1.329,5	1.507,8
3,2	1.969,2	1.954,8	2.145,7	2.137,6	2.432,0	2.732,8
3,6	2.452,0	2.463,3	2.749,9	2.782,2	2.951,1	3.537,8
4,0	3.102,0	3.076,6	3.253,7	3.510,8	3.869,3	4.494,5

3. - Río Paraguay - TRAMO ASUNCION - RIO APA

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,6	2.246,6	2.308,8	2.418,3	2.475,6	2.590,0	2.704,5
3,2	3.764,8	3.944,4	4.295,3	4.477,4	4.832,7	5.188,2
3,6	5.578,0	5.900,2	6.536,3	6.866,9	7.948,3	8.592,9
4,0	7.728,4	8.302,9	9.020,6	8.725,8	9.544,5	11.589,4

4. - Río Paraguay - TRAMO RIO APA - CORUMBA

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,6	903,5	926,8	968,6	989,4	1.031,1	1.234,5
3,2	1.761,1	1.852,7	2.030,9	2.120,0	2.298,1	2.637,4
3,6	2.235,7	2.364,5	2.617,2	2.743,5	2.996,2	3.410,5
4,0	2.728,0	2.894,9	3.223,7	3.388,1	4.199,9	4.207,4

5. - CANAL TAMENGO

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,6	1.244,3	1.323,8	1.407,6	1.575,2	1.742,8	1.427,4
3,2	1.456,0	1.658,2	1.654,3	1.858,2	2.062,0	2.265,8
3,6	1.688,5	1.804,9	1.928,2	2.174,7	2.421,3	2.667,8
4,0	1.945,7	2.083,5	2.229,6	2.521,9	2.814,1	3.106,4

::

b - COSTOS TOTALES (Miles de U\$S/Año)

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,6	6.352,0	6.442,2	6.747,6	6.924,9	7.422,4	7.605,1
3,2	10.190,8	10.693,8	11.497,8	12.008,8	13.128,3	14.415,7
3,6	13.670,0	14.321,4	15.762,0	16.573,9	18.468,9	20.506,4
4,0	17.631,0	18.591,7	20.202,5	20.734,1	23.229,2	26.329,2

Tabla 4.2.6

SEÑALIZACION DE LA HIDROVIA

COSTOS DE LOS SISTEMAS DE SEÑALIZACION Y FACILIDADES DE AMARRE

CONCEPTO	INVERSIONES (10 ³ U\$S)	OPERACION Y MANTENIMIENTO (10 ³ U\$S/AÑO)
1. Boyas y balizas Sta.Fe-Corumbá / Canal Tamengo		
1.1 - Sta. Fe - Asunción		
. Sta. Fe (Km 585)-Esquina (Km 853)	740,0	608,4
. Esquina-Confluencia (Km 1240)	1416,9	704,8
. Accesos Resistencia / Barranqueras	33,9	10,2
. Confluencia-Asunción (Km 1620)	981,3	628,8
Subtotal	3172,1	1.952,2
1.2 - Asunción-Corumbá		
. Asunción-Apa (Km 2172)	1560,2	859,2
. Apa-Corumbá (Km 2762)	285,5	506,9
. Dos bases de señalización adicionales	2.010,0	510,3
Subtotal	3.855,7	1.876,4
1.3 - Canal Tamengo	43,8	12,8
Total Sta Fé-Corumbá/Canal Tamengo	7.071,6	3.841,4
2. Señalización y facilidades de amarre en Nueva Palmira, puente Río Branco y Desemb. Río Bermejo	156,8	35,2
3. Separación tráfico fluvial y marítimo	35,4	11,1
TOTAL GENERAL	7.263,8	3.887,7

dicho estudio deberá objetivar la utilización del río para la navegación, teniendo en cuenta prioritariamente que sean evitados daños o agresiones contra el Medio Ambiente y en especial evitándose todo tipo de obras de derrocamientos, de rectificación de curso o mismo de dragados estructurales que puedan representar un impacto negativo sobre el ecosistema de dicha región. El proyecto deberá adaptarse a las condiciones especiales del desarrollo sostenible.” (Nota U.C. 055/96 del 5 de marzo de 1996).

En la concepción de alternativas de obras de navegación se evitó por consiguiente la consideración de obras que hubieran requerido intervenciones macizas como por ejemplo rectificaciones generales del curso del río para acortamiento de distancias de navegación, y aún corte de meandros, en la máxima medida posible, o bien profundizaciones del lecho por debajo de las profundidades existentes en los canales naturales fuera de los bancos de arena, lo que constituye una interpretación de la expresión “dragados estructurales” usada por la delegación brasileña. Los proyectos se ajustaron, por lo tanto, totalmente al curso natural del río, evitando alteraciones morfológicas significativas.

Un análisis de la morfología del río llevó a la división del Tramo en tres segmentos de morfología característica. El primero de ellos, el Tramo A, es el segmento inferior, es decir la sección del río entre Corumbá y Laguna Gaiva. El segmento medio, el Tramo B, es la sección entre Laguna Gaiva y el extremo superior del Río Bracinho (Bracinho superior). El segmento navegable superior, el Tramo C, es la sección entre Bracinho superior y el puerto de Cáceres.

En el Tramo A, esto es, el segmento inferior, existen algunos pocos tramos cortos que requerirán un nivel menor de mejoramiento para equiparlos a las mejoras a la navegación que se consideran en los dos tramos superiores. Puesto que los mismos no se consideran importantes para la selección de alternativas (el nivel de mejora requerido es muy pequeño comparado con las mejoras requeridas en los dos tramos superiores), no se incluyeron en este análisis inicial.

En el Tramo B, entre Laguna Gaiva (Lagoa Gaiva) y el afluente superior Bracinho, el río es angosto, relativamente profundo, con codos agudos y estrechos, distancias cortas de recuperación, y presenta algunos obstáculos. Tanto el ancho de los convoyes como su longitud se ven restringidos por estos codos estrechos. En algunas secciones, el río se angosta a casi 50 metros, el ancho de diseño del canal para los convoyes de doble ancho. En otras secciones del río, anchos insuficientes, acoplados con radios cortos, tornan imposible acomodar los convoyes en el curso fluvial existente. Sin embargo, en este tramo, el río es normalmente bastante profundo, no existiendo la necesidad, en casi toda su extensión, de dragados para profundización del lecho.

En el Tramo C, entre la desembocadura superior del Río Bracinho y Cáceres, el río se ensancha y es menos profundo. Los pasos con problemas en este tramo superior del río, se deben principalmente a profundidades insuficientes. Esto se debe a bajíos en muchos de los cruces y a prolongadas curvas moderadas en donde el canal principal del río está pobremente definido. Los volúmenes de dragado en este tramo son significativamente mayores que en el Tramo B, pero el posible impacto ambiental es probablemente menor puesto que no existen los requerimientos de alineamiento o dragado fuera del lecho del río como es el caso en el tramo B.

El análisis de la flota para la determinación de embarcaciones de proyecto descripto en 2.7, llevó a la selección de las mismas barcasas tipo “jumbo” utilizadas en el tramo de la Hidrovia aguas abajo de Corumbá. Considerando, principalmente, las restricciones de radio y ancho prevalecientes en el Tramo B, se definieron las siguientes alternativas de convoy:

- . máximo: 4 barcasas en formación 2x2;
- . medio: 2 barcasas en formación 2x1 ó 1x2;
- . mínimo: 1 barcaza.

En lo que se refiere a calados de proyecto, se realizó un análisis de persistencia de niveles, combinado con la consideración de la estacionalidad de los embarques de soja, la principal (sino única) carga a granel que sería transportada. Afortunadamente la estación de envíos corresponde aproximadamente a los niveles estacionales de aguas altas. Este análisis, combinado con la apreciación de los levantamientos batimétricos realizados por la Asociación, también referidos a los niveles de reducción, condujo a la selección de dos alternativas de calados de proyecto: 1,8 m y 1,5 m., correspondientes a profundidades de diseño de 2,4 m y 2,1 m. Los análisis de persistencia de niveles, combinados con la estacionalidad del embarque de Soja, se describen en el punto 6.7.1.

En su conjunto, los análisis precedentes llevaron a la definición de las alternativas de proyecto mostradas en la Tabla 4.3.1, para cuya definición se aplicaron las mismas normas de proyecto expuestas en la sección 4.2. En conjunto, la combinación de las 4 alternativas de convoy y dos alternativas de calado, lleva a un total de 8 alternativas de diseño.

Para los análisis de proyecto de estas alternativas se identificaron tramos típicos del río que comprendían pasos críticos. Estos tramos seleccionados, que son representativos de otros tramos de características semejantes, fueron entonces analizados. Los resultados de dichos análisis se aplicaron a tramos similares a fin de ampliar el resultado en términos de la estimación de los impactos y costos sobre el canal total entre Corumbá y Cáceres. Es así que

Tabla 4.3.1 Configuraciones de Diseño de Convojes de Barcazas

CONFIGURACIÓN DE DISEÑO DE CONVOYES DE BARCAZAS			
TRAMO CORUMBÁ-CÁCERES			
Ancho Barcazas x Longitud Barcazas	Ancho Total x Longitud Total	Ancho de Canal Requerido (metros)*	Profundidades de Dragado Alternativas (metros)
2 x 2	24 m x 120 m	50	2,1; 2,4
2 x 1	24 m x 60 m	50	2,1; 2,4
1 x 2	12 m x 120 m	35	2,1; 2,4
1 x 1	12 m x 60 m	35	2,1; 2,4

- * El incremento en el ancho requerido para la embarcación más larga es muy pequeño en el caso del canal recto, pero será significativamente mayor para los tramos del canal con curvas.

en este estudio de factibilidad, la cantidad y costos totales se obtienen usando interpolaciones aceptadas de resultados determinados a lo largo de los tramos "típicos".

Como se dijo en 4.1, en el tramo Corumbá-Cáceres del río, se contó con relevamientos menos detallados que los disponibles para el tramo inferior del río. Por ende, la metodología utilizada no solamente es una buena práctica profesional, sino que representa el método mejor para tener en cuenta muchas incógnitas referentes a la compleja hidrología y morfología del Pantanal. También facilitará el análisis de seguimiento y el manejo de variables en cualquier estudio posterior.

Dos ejemplos de los estudios de proyecto realizados se presentan en las Figuras 4.3.1 y 4.3.2. Los análisis se extendieron a la totalidad del tramo y condujeron a los resultados que, en síntesis, son los siguientes:

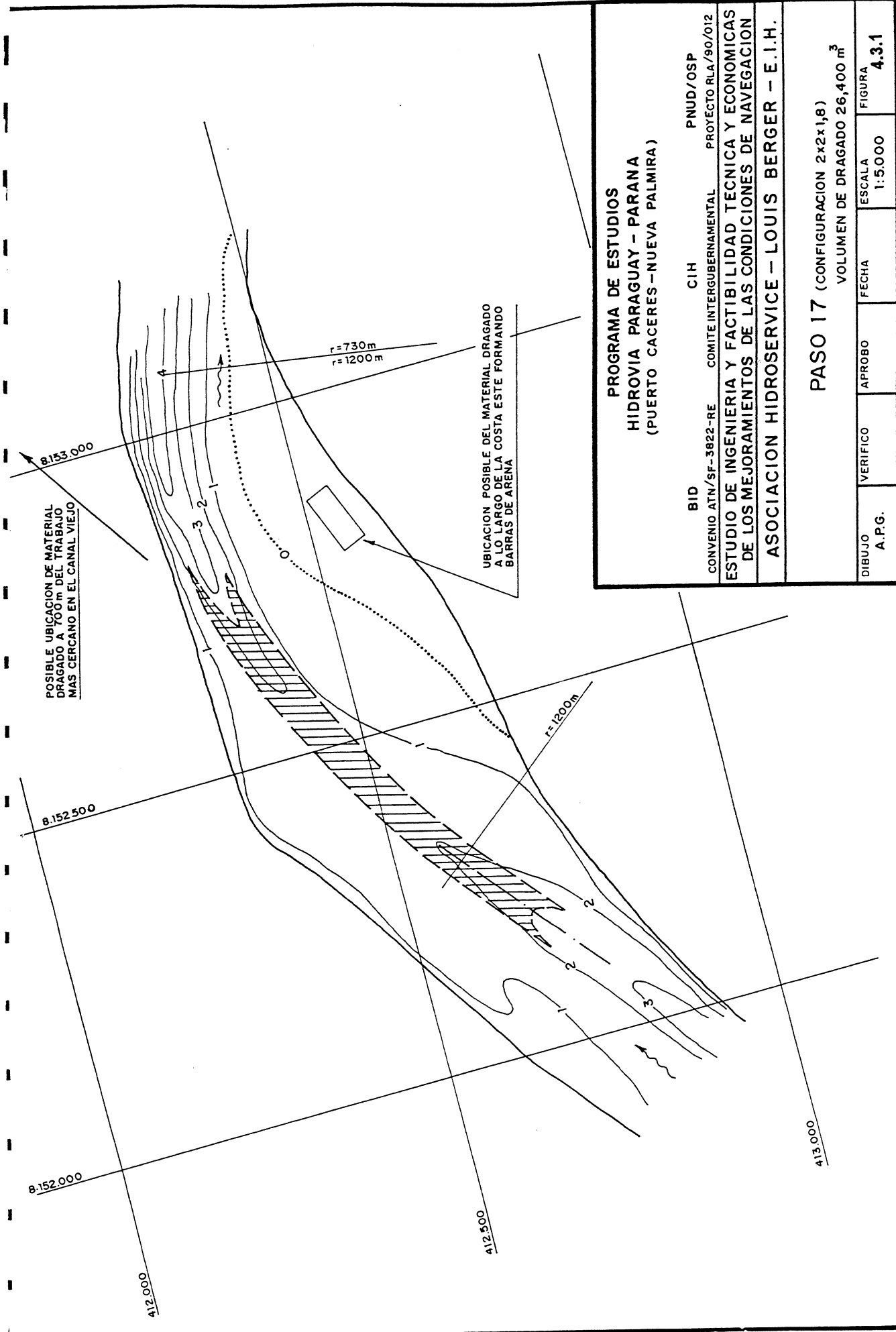
- Tramo B: los pasos críticos lo son, en su mayoría por: curva cerrada, curva cerrada y angosta, deficiencia de ancho y curva angosta, prácticamente sin deficiencia de profundidad para los dos calados de proyecto considerados (1,8 m y 1,5 m). Pasos que requieren intervención:
 - . Alternativa de 4 barcazas (2x2): 77 pasos
 - . Alternativa de 2 barcazas (2x1): 20 pasos
 - . Alternativa de 1 barcaza (1x1): 4 pasos
- Tramo C: el número de pasos críticos es prácticamente el mismo (64) en todas las alternativas, dado que la deficiencia principal es la falta de profundidad. El mejor indicador comparativo es por lo tanto, el volumen de dragado de apertura, como a continuación se detalla:

Tramo C - Volúmenes de Dragado (1000 m³)

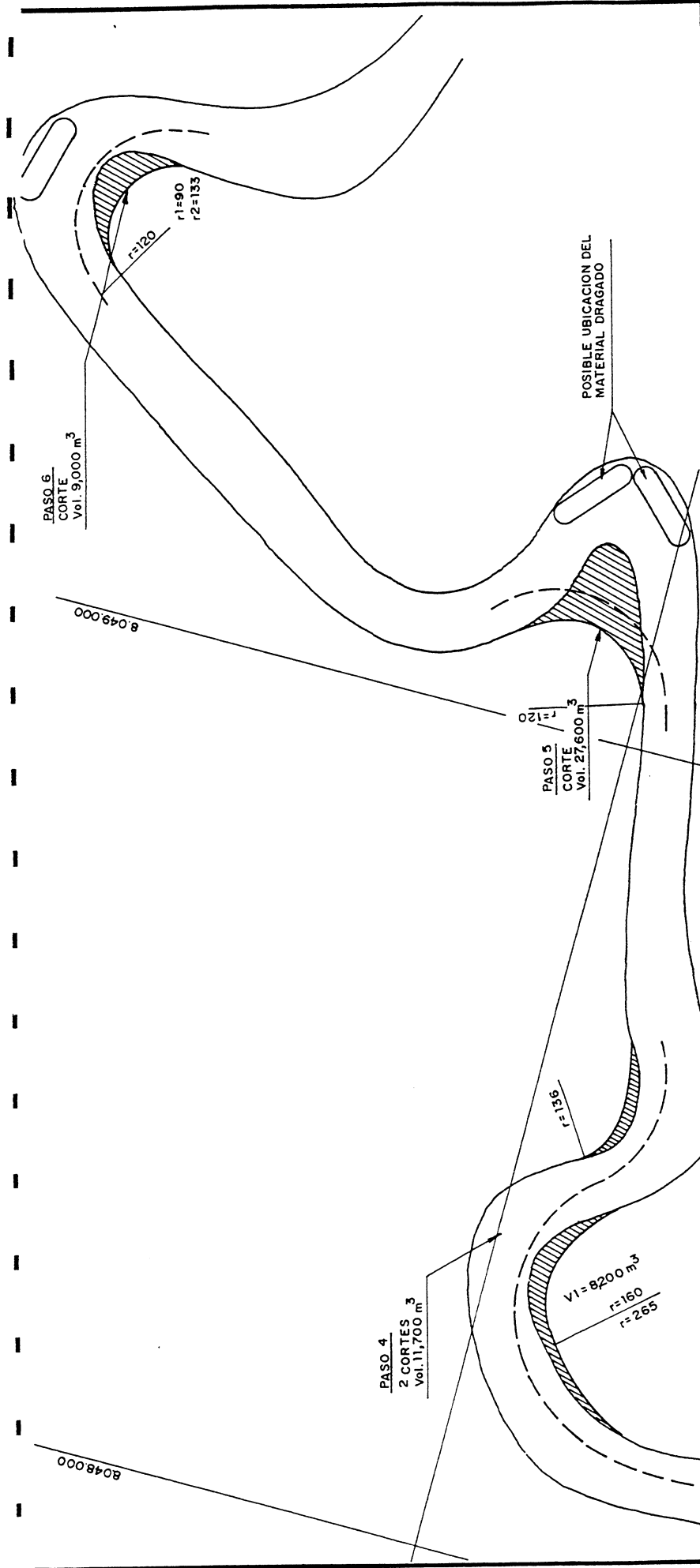
	<u>Calado 1.8 m.</u>	<u>Calado 1.5 m.</u>
. Alternativa de 4 barcazas (2x2)	5.375	4.110
. Alternativa de 2 barcazas (1x2)	4.300	3.240
. Alternativa de 1 barcaza (1x1)	3.745	2.900

Se observa que la alternativa de 2 barcazas tiene la formación 2x1 en el Tramo B (que exige menor radio de curvatura y por lo tanto menor número de intervenciones en ese tramo) y 1x2 en el Tramo C (exigiendo menor ancho de canal y menor dragado de profundización).

Los análisis se complementaron con consideraciones y cálculos relacionados con la selección de lugares de deposición y métodos de vaciado del material dragado (refulado, cántara, tubos geotéxtiles), tipos de dragas y equipos necesarios, tasas de producción basadas en las características de los



PROGRAMA DE ESTUDIOS					
HIDROVIA PARAGUAY - PARANA					
(PUERTO CACERES - NUEVA PALMIRA)					
ASOCIACION HIDROSERVICE - LOUIS BERGER - E.I.H.					
PASO 17 (CONFIGURACION 2x2x1,8)					
VOLUMEN DE DRAGADO 26,400 m ³					
DIBUJO A.P.G.	VERIFICO	APROBO	FECHA	ESCALA 1:5.000	FIGURA 4.3.1



PROGRAMA DE ESTUDIOS HIDROVIA PARAGUAY - PARANA (PUERTO CACERES - NUEVA PALMIRA)			
BID	CONVENIO ATN/SF-3822-RE	CIH	PNUD/OSP
	COMITE INTERGUBERNAMENTAL		PROYECTO RLA/90/012
ESTUDIO DE INGENIERIA Y FACTIBILIDAD TECNICA Y ECONOMICAS DE LOS MEJORAMIENTOS DE LAS CONDICIONES DE NAVEGACION			
ASOCIACION HIDROSERVICE - LOUIS BERGER - E.I.H.			
POSIBLES MEJORAS PARA LOS PASOS 4-5y6			
DIBUJO A.P.G.	VERIFICO	APROBO	FECHA
			ESCALA 1:5.000
			FIGURA 4.3.2

sedimentos, y análisis de costos basados en los métodos de dragado más apropiados para cada tipo de paso característico.

Los volúmenes de dragado de mantenimiento fueron estimados mediante la aplicación del Modelo HEC-6, como descripto en la sección 4.2.2.

Finalmente, se estimaron los costos de dragado de apertura y de mantenimiento, resumidos en las Tablas 4.3.2 y 4.3.3. Los mismos fueron considerados en los análisis de optimización y evaluación económica y financiera descriptos en la sección 6.11. Cabe observar que estos costos no incluyen los costos ambientales que fueron suministrados por el Consorcio Taylor-Golder-Consular-Connal e incluídos en los análisis económico-financieros.

Las provisiones de ayudas a la navegación son las mismas para todas las alternativas de canal, previéndose la adquisición de un barco pontón con grúa para la instalación y mantenimiento de balizas. La inversión inicial en instalaciones nuevas se estima en US\$ 405.276 y los costos de mantenimiento en US\$ 364.058.

Se consideró también la posibilidad de reubicación de la terminal de Cáceres a Morrinho. La elevada tasa de sedimentación en el tramo C y la naturaleza inestable de los tramos superiores del río navegable, hacen que sea una opción atractiva evitar la peor parte de esta área. Aproximadamente 65 km de río y 44 pasos críticos se pueden evitar si se mejorara la ruta de tierra existente entre la carretera Cuiaba-Cáceres y Morrinho y se construyera una terminal de granos sobre el río en Morrinho. Los ahorros de fondos para dragado de apertura y señalización serían alrededor de US\$ 7.5 millones. Los ahorros anuales en de mantenimiento, se estiman en el orden de US\$ 1,5 millones por año.

Sin embargo, para concretar estos ahorros de dragado, será necesario realizar inversiones sustanciales en una carretera mejorada de aproximadamente 60 Km, capaz de soportar tráfico pesado de camiones y una nueva terminal de exportación de granos / importación de carga general cerca del lugar llamado Morrinho, que aparece como más conveniente. De forma conservadora, estimando un precio de US\$ 300.000/Km, la carretera tendría un costo del orden de US\$ 18.000.000, y la terminal, incluyendo terreno, infraestructura, almacenes, estructuras del frente fluvial y área de aramado de convoyes, representaría un costo de capital del ordel de US\$ 2.000.000, llevando el costo total a aproximadamente US\$ 20.000.000. Cabe considerar también el costo adicional de transporte carretero en comparación con el menor costo hidroviario (ver sección 6.7.4.c).

Tabla 4.3.2: Tramo Corumbá-Cáceres - Costos de dragado de apertura (US\$)

OPCION	CONFIGURACIÓN DEL CONVOY	COSTO TRAMO B	COSTO TRAMO C	COSTO TOTAL
1	2x2x1,8	14.400.000	16.639.000	31.039.000
2	2x2x1,5	12.900.000	13.271.000	26.171.000
3	2x1x1,8	3.720.000	16.639.000	20.359.000
4	2x1x1,5	3.360.000	13.271.000	16.631.000
5	1x2x1,8	n.e.	13.300.000	17.020.000 ⁽¹⁾
6	1x2x1,5	n.e	12.000.000	15.360.000 ⁽¹⁾
7	1x1x1,8	1.200.000	13.108.000	14.308.000
8	1x1x1,5	1.120.000	10.150.000	11.270.000

⁽¹⁾ Valores correspondientes a la suma de las opciones 5 y 6 del Tramo C con los valores de las opciones 3 y 4 del Tramo B.

Tabla 4.3.3: Tramo Corumbá-Cáceres. Costos de dragado de mantenimiento (10³ US\$/año)

Opción	1	2	3	4	5	6	7	8
Convoy	2x2x1,8	2x2x1,5	2x1x1,8	2x1x1,5	1x2x1,8	1x2x1,5	1x1x1,8	1x1x1,5
Mantenimiento anual								
Tramo A	---	---	---	---	---	---	---	---
Tramo C	3.622	2.881	3.622	2.881	2.660	2.123	2.660	2.123
Mantenimiento periódico ⁽¹⁾								
Tramo B	1.774	1.590	458	414	458	414	148	138
Costo anual total	5.397	4.470	4.081	3.295	3.119	2.537	2.808	2.261

⁽¹⁾ Pago anual equivalente a la repetición del costo de dragado de apertura a cada 6 años, utilizando la tasa $i = 12\%$ p.a.

Tabla 4.4.1

**Costos de Dragados de Apertura y Mantenimiento del Ensanche de
5 curvas para el paso de convoyes 4x5**

CURVA CRITICA	DRAGADO DE APERTURA (US\$)	DRAGADO DE MANTENIMIENTO (US\$/año)
Nº 201 - Carayacito	11.000.000	3.000.000
Nº 207 - Volta Rápida	6.000.000	1.000.000
Nº 233 - Volta Rebojo	8.000.000	2.000.000
Nº 249 - Formigueiro	8.000.000	2.000.000
Nº 251 - Figueirinha	6.000.000	1.000.000
TOTAL	39.000.000	9.000.000

medias y bajas) para predecir sus respuestas frente a los diversos diseños estructurales. Una vez identificados los trechos problemáticos y de haber compilado una buena base de datos sobre el comportamiento histórico, será posible simular matemática y/o físicamente las estructuras con el objeto de determinar las probables reacciones del río frente a las posibles alternativas de estructuras. Un estudio anterior del río Paraguay.¹ señala que la instalación de diques en diferentes emplazamientos puede reducir el volumen del dragado de mantenimiento, pero que estas obras exigen un estudio de gran complejidad y que es preferible obtener previamente los datos que otorga la práctica del dragado de mantenimiento durante varios años para poder determinar la factibilidad de las estructuras a instalar.

Tal como se menciona en el párrafo anterior, la instalación de dispositivos de rectificación de cauce implica un proceso complicado y a largo plazo. La naturaleza y la envergadura del emprendimiento torna aconsejable que el proceso se implemente por etapas, recomendándose las siguientes:

- a. diseño y ejecución de los dragados de apertura de los canales de navegación;
- b. dragado de mantenimiento del nuevo canal durante varios años;
- c. identificación de los pasos que presentan problemas, principalmente por:
 - . costos elevados de dragado de mantenimiento;
 - . el pasaje de embarcaciones es dificultado por las corrientes;
- d. registro sistemático de datos hidrométricos, erosión y sedimentación en los pasos que presentan problemas;
- e. desarrollo de modelos matemáticos y/o físicos para el diseño de estructuras de encauzamiento y estabilización;
- f. construcción de una cantidad limitada de prototipos de estructuras de estabilización;
- g. monitoreo de estos prototipos para verificación de su eficiencia;
- h. ampliación del programa de estabilización a lo largo del resto del río.

Tras identificar los pasos que presentan problemas y cuantificar la severidad del problema, la siguiente tarea será dar un orden de importancia a los pasos, considerando las relaciones de costo/beneficio que se hayan estimado o los problemas de navegación detectados y comenzar a recabar la información necesaria para emprender el diseño de las estructuras de encauzamiento.

Después de la fase de relevamientos, y conjuntamente con los trabajos de modelado, sigue el diseño de estructuras de protección costera y de encauzamiento el cual requiere investigaciones y relevamientos de campo adicionales así como tareas de gabinete tales como el procesamiento de

¹ "Estudio del río Paraguay al Norte de Asunción hasta la desembocadura del río Apa", patrocinado por el Banco Internacional de Desarrollo y Organización de las Naciones Unidas (PNUD), PAR/84/002, finalizado en febrero de 1991

datos, la estimación de costos y la elaboración de especificaciones contractuales.

Las estructuras terminadas se convierten en prototipos, que pasan a ser objeto de observación para determinar si se comportan del modo esperado. En base a esta, se podrán después adoptar los diseños más adecuados para diversas condiciones morfológicas.

La etapa final es extender las tareas a la totalidad del río, adoptando los diseños más adecuados y modificando los menos adecuados a medida que avanza el trabajo.

4.5.2 Identificación de posibles emplazamientos de obras de estabilización

En varios pasos del río, entre Santa Fé y Corumbá, se prevé un dragado de mantenimiento bastante costoso y en otros, la posibilidad de ocurrir dificultades de navegación. Estos pasos presentan diversas morfologías y fueron seleccionados debido a la gran cantidad de dragado anual que necesitan, posible inestabilidad alta de la alineación del canal y/o a la característica poco confiable de la navegabilidad durante todo el año. Los pasos más críticos deberán ser considerados en la Fase I del programa de estabilización que deberá comenzar inmediatamente después de la construcción del canal de navegación. Estas fases destinadas a permitir un programa de largo plazo de estabilización del río pueden ser definidas como sigue:

FASE 1	0-5 AÑOS
FASE 2	5-10 AÑOS
FASE 3	10-15 AÑOS
FASE 4	15-20 AÑOS
FASE 5	20-25 AÑOS

Los pasos seleccionados se presentan en la Tabla 4.5.1.

Se han identificado otros emplazamientos donde tal vez se requiera encauzamiento para mejorar el tránsito de las embarcaciones o eliminar erosiones excesivas. Dos de estos, Volta da Figueirinha y Carayacito fueron también identificados por el USCOE como posibles lugares donde obras de encauzamiento podrían ser indicadas para facilitar las condiciones de navegación en las curvas. Como en todos los pasos, estos deberían ser cuidadosamente monitoreados a continuación del dragado inicial para determinar si existen problemas en la navegación. Programas de ajustes o aceleración pueden ser requeridos si se considerara que estos u otros tuvieran prioridad frente al resto de los que han sido seleccionados.

Los pasos indicados fueron objeto de análisis de sus características, elaborándose esquemas preliminares sobre las obras que podrían ser

Tabla 4.5.1 - Posibles Emplazamientos de Obras de Estabilización

Paso	Nombre del Paso	Volumen anual de dragado m ³	Finalidad de la obra de encauzamiento / estabilización
99	Vuelta Gómez	260.000	Menores costos y tránsito de embarcaciones
121	Itá-Pirú-Guyrati	236.000	Menores costos
149	San Juan	49.000	Menores costos y tránsito de embarcaciones
153-154	Oculto Sup.-San Luis	108.000	Menores costos
161	Pirí Pucú	153.000	Menores costos
233	Volta Rebojo	3.000	Tránsito de embarcaciones
249	Paso Formigueiro	25.000	Menores costos y tránsito de embarcaciones

Tabla 4.5.2 - Costos Totales aproximados de obras de estabilización (US\$)

Paso	Costo de los diques	Costo de las protecciones
Vuelta Gómez	650.000	132.480
Itá Pirú	662.500	248.400
San Juan	345.000	186.300
Oculto y Rosario Sup.	332.800	--
Pirí Pucú (Buena Vista)	565.000	--
Volta Rebajo	480.000	180.000
Paso Formigueiro	420.000	250.000
TOTAL	3.445.300	997.180

desarrolladas en los pasos mencionados, dos de los cuales se presentan como ejemplo. Ninguno de esos esquemas potenciales podrá ser desarrollado en la práctica sin antes implementar los programas de monitoreo, modelado y diseño descriptos en 4.5.1.

Los costos aproximados de estas obras se presentan en la Tabla 4.5.2.

4.5.3 Estimación de los posibles beneficios de la estabilización

Para calcular los posibles beneficios emergentes de las obras de estabilización, es necesario estimar la probable reducción de los costos de dragado de mantenimiento. En esta etapa, no es práctico tratar de asignar un valor a los beneficios que redundarían de una menor erosión costera, y las mejores condiciones de navegabilidad ya han sido tenidas en cuenta en el dimensionamiento de los canales.

A partir de la experiencia adquirida en el Mississippi y en el Rhin, se ha estimado que el desarrollo total de las estructuras de estabilización puede reducir la necesidad de dragado hasta en un 50 por ciento. Se estima que los trabajos de la Fase I aquí descrita (ver punto 4.5.4 siguiente) representan aproximadamente 5 años de tareas, es decir, aproximadamente el 20 por ciento del desarrollo total de un proyecto a 25-30 años. Por ende, cabe suponer una reducción aproximada del 10 por ciento en el dragado de mantenimiento que se necesita anualmente.

En un trabajo reciente, el Dr. Max Lamb, anterior jefe de la División del Bajo Mississippi del Cuerpo de Ingenieros, propone un método empírico para relacionar la construcción de diques con la necesidad de dragado². A través de la graficación de la cantidad de días de dragado que contrapone a las longitudes totales de los diques construídos durante varias décadas, el Dr. Lamb muestra que existe una relación prácticamente lineal a través del tiempo, entre la construcción de diques y la menor necesidad de dragado. Halló que 150.000 m de diques construídos durante diez años bajaba la necesidad de dragado en un 20% en diez años. Ello refuerza la hipótesis presentada precedentemente, que postula que puede esperarse una reducción del 10% del dragado de mantenimiento tras cinco años de tareas de construcción en la Fase I.

Se estimó que los costos de mantenimiento de los siete pasos seleccionados que corresponderían a la 1a Fase I del plan, serían de \$ 1.000.000 por año. El estudio de Lamb indica que se puede prever que será posible ahorrar alrededor del 50%, o \$500.000/año mediante el desarrollo pleno del proyecto. Sin embargo, durante la primera fase (de cinco años), el ahorro

²Este trabajo de Max S. Lamb denominado "Designing Navigation Channels using Channel Conveyance", que podría traducirse como "Diseño de canales de navegación utilizando la conducción del cauce", presenta métodos empíricos para estimar la altura y la longitud de los diques de modo de optimizar el transporte de sedimentos por el canal de navegación

anual será de alrededor del diez por ciento, es decir de \$100.000. Este cálculo permite una evaluación inicial aproximada de la factibilidad de las obras de estabilización sobre una base de programa integrado (ver sección 6.9).

4.5.4 Desarrollo de un programa de estabilización de canales

La Hidrovía es un sistema fluvial muy grande y complejo. Al igual que en otros ríos navegables, entre ellos, el Mississippi, el Volga y el Rhin, cabe esperar que la necesidad de contar con estructuras de control fluvial conlleve un período de estudio y construcción de varias décadas. Las obras de encauzamiento identificadas en el presente estudio representan una evaluación inicial de lo mínimo necesario para las tareas de estabilización de la Fase I de un programa general que siga las líneas generales expuestas en 4.5.1.

Se recomienda que un programa para la futura estabilización fluvial sea iniciado. Como fue enfatizado anteriormente, lo que se propone es un plan a largo plazo que implica en primer lugar la ejecución de los dragados para luego a través del seguimiento de su comportamiento establecer con datos de campo y estudios en modelo cuáles son las estructuras más adecuadas a construir.

Por ello, es que sólo se hacen estimaciones de costos tendientes a establecer una idea de cuáles serían éstos para realizar las correspondientes evaluaciones económicas. Pero debe quedar claro que estas propuestas no son en sí proyectos a ser construídos, sino que son planteos de posibles obras cuyas dimensiones, características físicas y posición definitiva recién podrán ser definidas cuando sean realizados los dragados de apertura y mantenimiento durante los primeros años así como los respectivos monitoreos y estudios en modelo físico o matemático.

Cabe señalar que la *programación* es un proceso dinámico que cambiará como resultado de la experiencia tanto en el mantenimiento de los nuevos canales como en la evaluación de la efectividad de las estructuras de estabilización completadas. La evaluación y estudio serán requeridos para cada paso individual donde se consideren estabilizaciones. Los resultados del mismo estudio no sólo predecirán los ahorros que podrían realizarse, sino también identificarán los costos y beneficios correspondientes, incluyendo la mitigación de impactos ambientales, como erosiones. Con un programa deliberado implementado en fases existirá una elevada seguridad de que los fondos sean dirigidos a sub-proyectos que proporcionen la mayor rentabilidad de los recursos invertidos. Más importante aún, mediante este enfoque es posible evaluar los cambios incrementales resultantes de cada estructura completada y evitar impactos ambientales no anticipados ó no aceptables.

Los pasos elegidos en el punto anterior proporcionan un punto de partida excelente para comenzar los estudios detallados previos al diseño inicial y la construcción de las estructuras de estabilización, en base a las estimaciones iniciales de los costos anuales de dragado que se podrían evitar. Al adoptar y extrapolar los costos medios de la construcción de las estructuras para estos pasos, pueden ser desarrolladas estimaciones aproximadas para un programa razonable de estabilización de canales. La tabla 4.5.3, "Estabilización de Canales de la Hidrovía - Programa a Largo Plazo (20 años)", resume los resultados de este enfoque, y provee un punto de partida para la programación de fondos para la concepción, diseño y construcción de las obras de estabilización que serán necesarias en el futuro.

4.6 CANALES DE ACCESO A PUERTOS

Los canales de acceso a los puertos principales de la Hidrovía y las áreas para maniobras se estudiaron utilizando los relevamientos y documentos disponibles, para verificar si reúnen condiciones adecuadas para el tráfico y la operación de convoyes fluviales anticipado en el presente estudio. Especialmente, el estudio se realizó para establecer qué mejoras son necesarias para facilitar la entrada, maniobra y amarre de las embarcaciones de diseño, y cuáles son los costos estimados de dichas mejoras. Las embarcaciones de diseño seleccionadas fueron los convoyes de barcasas jumbo. De Santa Fe a Asunción, la embarcación de proyecto es el convoy de barcasas 4x5 con un calado de 3,0 m, y entre Asunción y Corumbá, el tren de barcasas 4x4 con 2,6 m de calado. Con un pequeño margen adicional que habitualmente se considera para el calado en los puertos, las profundidades mínimas en metros en los puertos y las profundidades que deben tener las áreas de maniobras son las siguientes:

Ubicación de los puertos	Canal de acceso (material blando) (m)	Canal de acceso (material rocoso) (m)	Puerto y dársenas de maniobra (material blando) (m)	Puerto y dársenas de maniobra (material rocoso) (m)
Asunción y aguas abajo del río	3,6	3,9	3,75	4,05
Asunción a Corumbá	3,2	3,5	3,35	3,65

No todos los puertos analizados se consideran importantes en términos del tráfico de la Hidrovía, y se puede cuestionar el hecho de si deben incluir los costos de las mejoras en el acceso y áreas de maniobra cuando la carga, la infraestructura o el acceso terrestre no son adecuados para crear una demanda de tráfico que garantice dichas mejoras. No obstante, los costos

TABLA 4.5.3 - ESTABILIZACION DE CANALES DE LA HIDROVIA
Programa a Largo Plazo (20 Años)

Descripción de Actividad	Primeros 5 Años		Segundos 5 Años		Terceros 5 Años		Cuartos 5 Años	
	# Pasos	Costo	# Pasos	Costo	# Pasos	Costo	# Pasos	Costo
Monitoreo de pasos	10	\$ -	10	\$ -	10	\$ -	10	\$ -
Recopilación de datos	7	\$ -	10	\$ -	10	\$ -	10	\$ -
Estudios hidrológicos	7	\$ 350.000,00	10	\$ 500.000,00	10	\$ 500.000,00	10	\$ 500.000,00
Desarrollo de modelos	5	\$ 2.500.000,00	10	\$ 1.250.000,00	10	\$ 1.250.000,00	10	\$ 50.000,00
Estudio de factibilidad	5	\$ 190.000,00	10	\$ 300.000,00	10	\$ 300.000,00	10	\$ 300.000,00
Diseño de estructuras	5	\$ 318.200,00	10	\$ 630.700,00	10	\$ 630.700,00	10	\$ 630.700,00
Construcción de estructuras	4	\$ 3.250.800,00	10	\$ 6.501.500,00	10	\$ 6.501.500,00	10	\$ 6.501.500,00
Monitoreo de Performance	2	\$ 10.000,00	6	\$ 30.000,00	14	\$ 70.000,00	20	\$ 100.000,00
Total		\$ 6.579.000,00	Total	\$ 9.212.200,00	Total	\$ 9.252.200,00	Total	\$ 8.082.200,00

Resumen Programa	Costos
Año 1-5 Total	\$ 6.579.000,00
Año 6-10 Total	\$ 9.212.200,00
Año 11-15 Total	\$ 9.252.200,00
Año 16-20 Total	\$ 8.082.200,00
Total Global	\$ 33.125.600,00

Estas estimaciones de costos son basadas en pesos típicos seleccionados para la estabilización inicial de canales y la estimación de los costos Monitoreo y recolección básica de datos incluidos en los costos de dragado de mantenimiento.
Se enfatiza que los costos fueron desarrollados antes de la construcción del canal de navegación propuesto y estudio o modelación específicos. Los costos finales podrían variar significativamente para cualquier o todos de los pasos, dependiendo de los resultados de estudios más detallar. Todos los costos estimados en dólares estadounidenses de 1995.

estimados se han incluido “pro memoria” en el plan general de inversiones de la Hidrovia incluido en la sección 9.

En estos análisis fueron examinados a nivel preliminar los accesos a los puertos de San Pedro, Villa Constitución, Santa Fe, Barranqueras, Pilar, Asunción, Concepción, Porto Murinho, Puerto Busch, Corumbá/Ladario, Central Aguirre y Cáceres.

En los puertos de San Pedro, Villa Constitución y Santa Fe, los canales de acceso actuales (dimensionados para navios oceánicos), son adecuados para el tráfico de barcas; los de Pilar, Porto Murinho, Puerto Busch y Cáceres se encuentran localizados directamente sobre el canal de navegación y no requieren obras de acceso propiamente dichas. Los costos de acceso estimados para Barranqueras, Asunción, Corumbá/Ladario y Central Aguirre se presenta en la Tabla 4.6.1.

4.7 EMBALSES DE REGULARIZACION

Un examen de la topografía de la zona norte de Cáceres muestra que la construcción de represas de regularización sería factible desde el punto de vista técnico. Si bien las consideraciones de tipo ambiental prevalecen, pareciera que dichas estructuras podrían ser beneficiosas para el control de inundaciones y la navegación, además de propósitos como la generación de energía y el riego.

Sin embargo, obras de este tipo tendrían utilidad solamente en la zona local, aguas arriba del gran embalse de regulación natural que es el Pantanal de Mato Grosso. Los caudales y niveles de agua del tramo principal del río Paraguay aguas abajo de Corumbá están gobernadas por los efectos de gran escala del regimen hidrológico e hidráulico del área del Pantanal, sobre el cual embalses relativamente pequeños en las cabeceras de los afluentes no tendrían mayor efecto. Además, como se ha visto, las obras de dragado previstas solucionan adecuadamente los problemas de la navegación, no necesitando de obras de regularización complementarias para aumento de caudales.

Tabla 4.6.1: Accesos portuarios - Mejoras recomendadas

PUERTO	RECOMENDACIONES	COSTO INICIAL (U\$S)	COSTO DE MANTENIMIENTO (U\$S/AÑO)
Barranqueras	Eliminar el bajo nivel de profundidad	1.146.000	515.700
Central Aguirre	Ampliar el canal de acceso	451.400	-
Corumbá/Ladario	Construir el canal de acceso	636.000	374.400
Concepción	Construir el canal de acceso	1.005.900	264.000
Asunción	Ampliar el canal de acceso	293.000	293.000
	TOTALES	3.622.300	1.447.100

5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Los análisis realizados tuvieron por objetivo la evaluación de los impactos ambientales que podrían originarse por la profundización de algunos tramos del canal de navegación existente en la Hidrovía entre las ciudades Santa Fe y Corumbá y por la instalación de ayudas a la navegación.

Los trabajos comprendieron la descripción de las condiciones ambientales existentes en la zona del proyecto y el análisis de los cambios que el proyecto podría producir en esas condiciones existentes. Para cada impacto potencial se analizó la probabilidad de que el mismo modifique la calidad de las condiciones ambientales existentes. En los casos en los cuales se identificaron los impactos del proyecto sobre el medio ambiente, se analizó la relevancia de los mismos en lo que respecta a cada componente ambiental en particular, tal como hidrología o biología, en términos de la duración del impacto, magnitud y zona afectada según metodologías específicas. Por último, se determinaron las medidas que se incluirán en el diseño e implementación del proyecto a fin de reducir los impactos adversos sobre el medio ambiente identificados por la evaluación.

La evaluación proporciona a quienes tienen a su cargo la planificación del proyecto y a quienes deberán tomar las decisiones sobre la implementación del mismo, información sobre los impactos que pudieran tener lugar y sobre los cambios adversos que pudieran producirse en las condiciones ambientales existentes. Por otra parte, los resultados de dicha evaluación se utilizaron para estimar los costos económicos que el proyecto pudiera ocasionar en lo que al medio ambiente se refiere, que fueron incluidos en el análisis de optimización económica del proyecto.

Diferentes participantes en el proceso de análisis de los posibles impactos ambientales, entre los que se incluyen científicos, expertos y público en general, plantearon varias cuestiones, las que han sido consideradas en lo atinente dentro de este análisis.

Puesto que el estudio de la calidad química del sedimento del río ha demostrado la ausencia de niveles significativos de contaminación, los sedimentos que se remuevan en las obras de dragado, se depositarán dentro del lecho del río (excepto en el Canal Tamengo) y por lo tanto el proyecto mantendrá el balance natural de sedimentos del sistema fluvial.

La profundidad del canal de navegación de la Hidrovía, durante muchos años se ha aumentado por medio de tareas de dragado. Estos dragados se han ejecutado en zonas denominadas “pasos”, donde el río pierde profundidad y significa un condicionante para la navegación.

Los dragados se han efectuado en algunos pasos en forma anual, o de acuerdo a lo requerido por las contradicciones imperantes, no habiendo sido registradas, hasta el presente, observaciones documentadas sobre

impactos negativos. En la Tabla 2.2.1 anterior, se presenta un resumen de los volúmenes dragados desde 1980.

Para identificar los impactos, el medio ambiente se estructuró en los siguientes componentes:

- Medio físico
- Hidrología
- Geomorfología y sedimentación
- Calidad de agua y sedimentos
- Medio biótico
- Medio antrópico

El nivel de análisis dedicado a cada impacto se hizo sobre la base de su probabilidad de provocar un impacto significativo sobre el medio ambiente.

La Tabla 5.1 muestra el resumen de los potenciales impactos del proyecto. Los que han sido motivo de su análisis más detallado son: 1) cambios en el régimen hidráulico como resultado de la profundización del canal de navegación, 2) deterioro de la calidad de agua del río provocado por la turbidez o cambios químicos y su efecto en la flora y fauna y 3) impactos negativos ocasionados por un incremento en el tráfico, accidentes y efectos bióticos relacionados con los mismos.

Se resumen a continuación las evaluaciones realizadas de los principales impactos ambientales potenciales de las obras.

a. Impacto sobre el régimen hidráulico

Este impacto era considerado como el potencialmente más peligroso, puesto que los dragados podrían remover lo que en hidráulica se denomina de “controles”, esto es, ciertas secciones más altas en el cauce de un curso de agua, que causan su represamiento hacia aguas arriba. De esta forma y este era el temor, podría aumentar la declividad general, particularmente del río Paraguay en su curso alto, produciendo un efecto de drenaje sobre el Pantanal de Mato Grosso. Este drenaje podría producir el rebajamiento de los niveles de agua naturales en el Pantanal, causando resecamiento y afectando por consiguiente el hábitat de las especies que viven en esta región.

El temor resultó infundado, como mostraron los estudios hidráulicos realizados.

Como parte principal del análisis, se aplicó un modelo matemático hidrodinámico a lo largo de un tramo de 605 km. de longitud, entre Porto de Manga (km.2685) y Puerto Pinasco (km.2080), que concentra los pasos con los mayores dragados previstos en el proyecto, tanto en arena como en material duro. El estudio se realizó para caudales mínimos (800 m³/s), medios (1500 m³/s) y altos (2500 m³/s).

Tabla 5.1 - Resumen de los Impactos Directos del Mejoramiento de la Hidrovía entre Santa Fé y Corumbá

Componente del Medio Ambiente	Impacto Potencial	Evaluación del Impacto de cada acción sobre el Medio Ambiente			
		Duración del Impacto	Dragado y Derroc.	Descarga de material dragado	Navegación
Hidrología y Sedimentación	Modificaciones hidrodinámicas y cambios del nivel del agua	NA	0	0	0
	Aumento del sedimento que se necesitaría dragar para el mantenimiento de la Hidrovía y su influencia aguas abajo	NA	0	0	0
Calidad de Aguas y Sedimentos	Aumento en los sedimentos suspendidos	(T)	-	--	0
	Redistribución de contaminantes desde sedimentos hacia el agua y otros componentes del ambiente	NA	0	0	0
	Disminución de oxígeno disuelto	NA	0	0	0
Medio Biótico	Aumento de la turbidez y deterioro del habitat de peces	(T)	--	--	0
	Afectación del área de desove	(T)	--	--	0
	Reducción en la abundancia de organismos bentónicos en las áreas de dragado y descarga	(P)	--	--	0
	Resuspensión de sedimentos con el aumento de tráfico naviero	NA	NA	NA	0
	Efectos sobre la fauna por explosiones para derrocamiento	(T)	--	NA	NA
	Reducción de flora y fauna bentónicas por derrocamientos	(T)	-	NA	NA
	Pérdida de la biodiversidad	(T)	0	0	0
	Impacto en la pesquería	(T)	-	-	0
Medio Antrópico	Aumento en la tasa de accidentes incluyendo derrames	NA	NA	NA	0
	Interferencia en el tráfico	NA	0	0	NA
	Aumento en contaminación del aire por utilización de dragas o aumento en el tráfico	NA	0	0	0
	Aumento en el ruido durante la obra y por aumento de navegación	NA	0	0	0

Rango de la Importancia de los Impactos

- = Cambio Negativo de Mayor Importancia
- = Cambio Negativo de Importancia
- = Cambio Negativo Moderado
- 0 = Sin Cambio en la Situación Actual
- +
- ++ = Cambio Positivo de Importancia
- +++ = Cambio Positivo de Mayor Importancia
- NA = No Aplicable
- (T) Temporal
- (P) Permanente

Se determinaron en cada caso, los perfiles de aguas naturales, y los perfiles resultantes después de las obras de dragado.

Para estas últimas se asumió la remoción del material dragado, sin considerar que, como ya se ha dicho, el mismo se depositará dentro del cauce, manteniéndose en gran medida inalteradas las secciones transversales.

El resultado general del análisis se muestra en la Figura 5.1. Se concluye que, aún en el régimen más afectado de aguas mínimas, los efectos del dragado se restringen localmente a las inmediaciones de las zonas dragadas.

La reducción de nivel en la zona de mayor concentración de dragado es del orden de 20 cm., desapareciendo 100 km. aguas arriba, en una situación cuya duración, en un año hidrológico normal, es de aproximadamente 3 días.

Los efectos son considerablemente menores en una situación de aguas medias, y prácticamente desaparecen en la de aguas altas. Estos efectos serán aún menores en la realidad, al depositarse los materiales dragados dentro del cauce.

Se concluye que los dragados no afectarán el régimen natural de niveles de agua en el Pantanal de Mato Grosso.

b) Impacto sobre la Pesquería

Las operaciones de dragado producen un aumento de la turbidez del agua, principalmente en los lugares de vaciado del material refulado.

Las perturbaciones del medio producidas por el incremento de la concentración de sólidos en suspensión por el volcamiento del material de dragado, fueron examinadas mediante la aplicación de un modelo matemático hidrodinámico bidimensional y un modelo de difusión.

Se determinaron las concentraciones de material en suspensión y la extensión espacial de la “pluma”, o sea, de la nube de turbiedad. La figura 5.2, ilustra los resultados obtenidos.

Se mostró que, dependiendo del tipo de material refulado (fino a grueso), la “pluma” se estabiliza entre 1 y 1,5 horas después de comenzada la descarga, alcanzando una distancia variable entre 300 m y 2000 m aguas abajo del punto de volcamiento. Al parar el dragado, la pluma desaparece rápidamente. La concentración de sedimentos alcanza entre 8000 y 3000 g/m^3 en el local de lanzamiento, bajando a valor nulo en el extremo de la pluma.

Variación de niveles por efecto del dragado - Tramo Porto da Manga / Puerto Pinasco

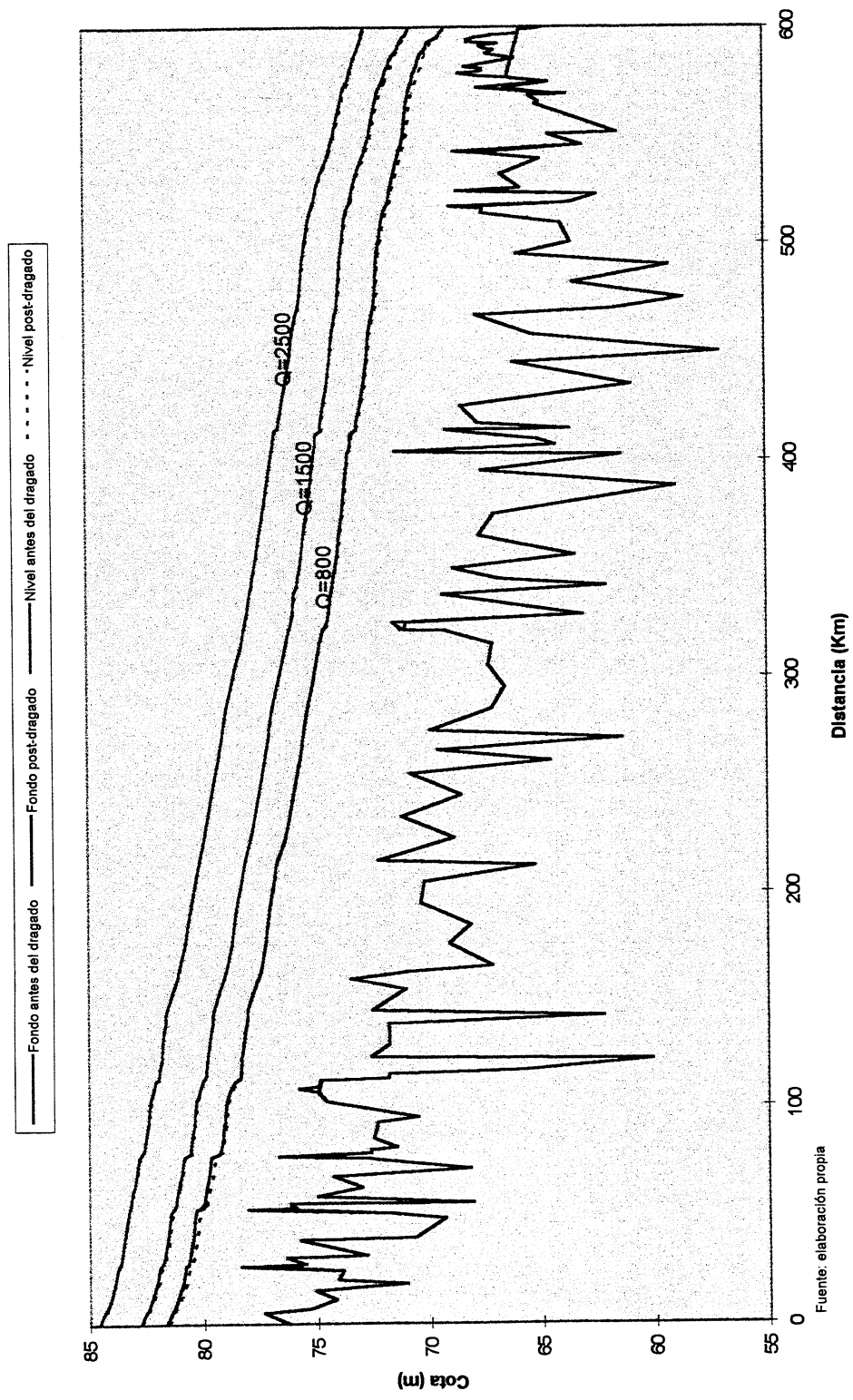
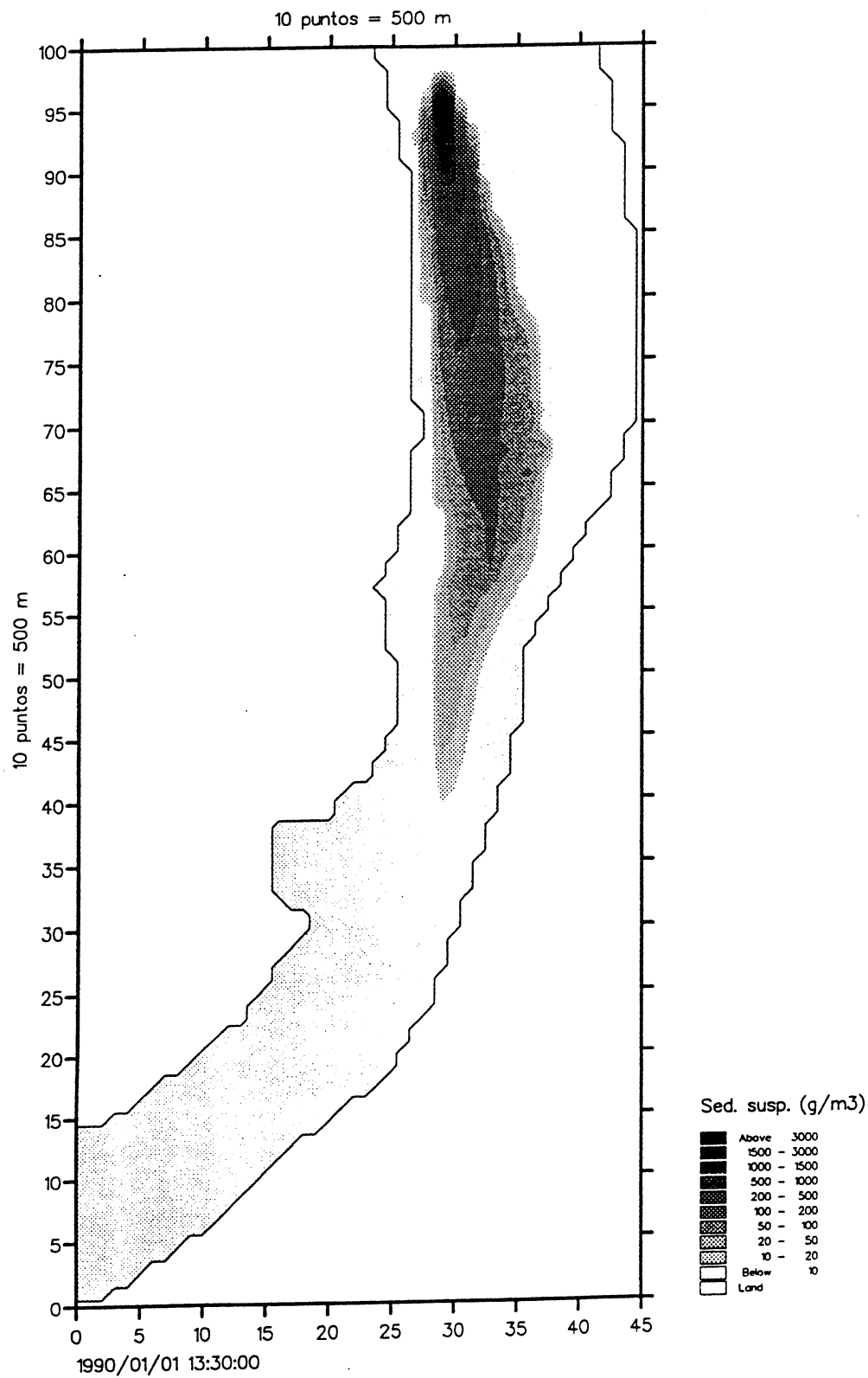


Figura 5.1



HIDROSERVICE - LOUIS BERGER - EIH

PASO ITA PIRU - DISPERSION DE SEDIMENTOS
Pluma 1.5 hs después del inicio de las operaciones

Figura N° 5.2

La turbiedad tiene efecto adverso sobre la vida acuática, especialmente si los sólidos suspendidos permanecen en la columna de agua durante tiempo prolongado.

Se realizó un amplio análisis de la criticidad de los pasos de navegación bajo este aspecto, determinándose los volúmenes dragados por longitud de costa (abertura y mantenimiento), la superficie afectada por dragado y vaciado, las duraciones de los dragados y otros valores, resultando de ello mapas de identificación y evaluación de pasos críticos.

Se realizó, por otra parte, una evaluación de la actividad pesquera comercial, cuyo resultado se muestra en la Tabla 5.2; en base a los análisis de turbidez, se estimaron las áreas afectadas, indicadas en la Tabla 5.3; finalmente, en la Tabla 5.4, se estiman los efectos económicos de la turbidez sobre las pesquerías.

c. Impactos sobre el medio biótico

c.1 Turbiedad

Los efectos adversos del mayor nivel de turbiedad comprenden un menor nivel de luz solar, aumento en la producción primaria de fitoplancton, daños al zooplancton incluyendo huevos, larvas de pescado y otros organismos por efecto de la abrasión, interferencia con el proceso de las funciones de locomoción, alimentación y fisiológicas en general.

Por otra parte, la turbiedad puede convertirse en una barrera para los peces que migran, ya que tienden a evitar las plumas de turbiedad.

- Medidas de Mitigación

Se ha realizado un estudio de los períodos de migración de peces, en combinación con las épocas probables de dragado que dependen de los regímenes de crecientes y bajantes en los diversos tramos de la Hidrovía. De este estudio han surgido diversas medidas que deberán ser adoptadas en los trabajos de dragado a efectos de no afectar la migración de peces, y que se han incluido en las especificaciones técnicas de la documentación de licitación.

c.2- Remoción del material de fondo

La remoción del material dragado del canal de navegación perturbará a los organismos bénticos, provocando daños físicos en forma individual y cambiando el sustrato. El área donde ello ocurrirá comprenderá el 1,39% del área del río.

Tabla 5.2 - Características de las pesquerías comerciales de los ríos Paraguay y Paraná en el tramo de la Hidrovía

	CONFLUENCIA - ASUNCION	ASUNCION - CORUMBA	SANTA FE -CONFLUENCIA
EXTENSION (km)	390	900	650
TIPO DE PESQUERIA	Artesanal	Artesanal	Artesanal
ORGANIZACION	Pescadores independientes, acopiadores	Pescadores independientes, acopiadores	Pescadores independientes cooperativas, acopiadores
PRINCIPALES ESPECIES	surubí (50%), sábalo (20%), patí (18%) Otras (12%)	Surubí (47%), patí (15%), pacú (21%) Otras (17%)	Surubí (75%), patí (10%). otras (15%)
METODO DE CAPTURA	Mallón a la deriva	Mallón a la deriva	Mallón a la deriva
PESCADORES (Nº)	170	980	1.250
CPUE*	4.500 kg/pescador/año	8.160 kg/pescador/año	2.250 kg/pescador/año
CAPTURA TOTAL	765 t	8.000t	3000 t
INGRESOS	U\$S 5.000.000	U\$S 13.000.000	U\$S 1.000.000
TOTALES **			

* Captura por Unidad de Esfuerzo

** Calculados en base a lo que cada pescador recibe por la venta de pescado

Tabla 5.3 - Estimación de los efectos de la turbidez sobre el área de cada tramo

Tramo	Area promedio afectada por turbidez (Km ²)	Area afectada por turbidez por cada draga (%)	Máximo Número de Dragas previsto	Porcentaje de Area Total afectada
Río Paraná (Confluencia-Sta. Fé)	1,60	0,17	1	0,17
Río Paraguay (Asunción-Confluencia)	1,52	0,49	3	1,47
Río Paraguay (Corumbá-Asunción)	1,54	0,41	8	3,28
Canal Tamengo	1,50	0,76	2	1,52

Tabla 5.4 - Estimación de los efectos económicos de la turbidez sobre las pesquerías

Tramo	% de Area Total Afectada	Valor anual de la pesquería (U\$S)	Costo Ambiental del Impacto (U\$S)	Porcentaje de reducción (%)
Río Paraná (Confluencia-Sta. Fé)	0,17	5.000.000	8.500	0,17
Río Paraguay (Asunción-Confluencia)	1,47	1.000.000	14.700	0,6
Río Paraguay (Corumbá-Asunción)	3,28	13.000.000	426.400	3,28
Canal Tamengo	1,52	No disponible	---	---

Costo total de impacto del dragado de apertura: U\$S 449.600

c.3- Derrocamiento

La remoción de arena fuertemente compactada, rocas pequeñas en una matriz de arcilla y roca, se efectuará en ocho de los 92 pasos. La comunidad de bentos en estas áreas se verá reducida en el porcentaje del área que cubra la roca, más un porcentaje adicional indefinido en el área donde se utilicen los explosivos. Estas áreas abarcan el 0,0000094% de la zona del río y el 0,067% de las obras totales del proyecto.

Las comunidades de bentos en las áreas perturbadas por la remoción de roca perderán su valor funcional. No obstante, la recolonización es probable en base a los estudios realizados sobre la creación de hábitat de los ríos Mississippi y Toynbee en los Estados Unidos. El bajo porcentaje del área total afectada por este impacto y el hecho de que el impacto no sea permanente, disminuyen su impacto total y es probable que no afecten la biodiversidad de la comunidad de bentos.

El uso de explosivos para desprender roca en uno de los pasos, Remanso Castillo, puede matar o herir a los peces. En consecuencia, la utilización de explosivos en esta área deberá limitarse a los períodos en que los peces no migren.

- Medidas de Mitigación

1) realizar el trabajo con explosivos en el área de Remanso Castillo durante los períodos en los que no migren los peces; 2) solicitar al contratista que esté a cargo del trabajo de explosivos, que presente un plan en el que deberá indicar las medidas que se incluirán en el proyecto a fin de reducir los impactos sobre los peces en el área; 3) investigación para determinar la eventual presencia de especies endémicas o en vías de extinción.

c.4- Descarga del material dragado.

La descarga del material dragado fuera del canal de navegación, abarcará a la comunidad de bentos existente, en lo que puede ser un promedio de aproximadamente un metro de material.

Este impacto reducirá el área de la comunidad de bentos en alrededor del 0,0091% durante las operaciones del dragado de apertura.

El impacto deberá ser considerado como temporario, limitado al porcentaje del área realmente cubierta por el depósito de material dragado.

El dragado de mantenimiento tendrá lugar en forma regular y el porcentaje del área cubierta por la descarga de este material será eliminada en forma similar de su valor funcional anualmente o cuando sea necesario. El porcentaje del río que estará cubierto por el depósito del material dragado en el cauce después de las operaciones de dragado será del 0,23%. Dado

que el mantenimiento de dragado será un proceso continuo, este impacto será permanente.

Debido al bajo porcentaje del área cubierto por el depósito del material dragado, este impacto no debería afectar en forma adversa la cadena alimentaria mayor.

c.5- Márgenes del Río

Los posibles impactos que las operaciones de dragado y vaciado podrían ocasionar en los márgenes del río y en la comunidad del litoral que allí vive, incluyen la erosión costera, otros tipos de cambios en la configuración de los bordes del río, y sedimentación en las humedales.

- Medidas de Mitigación

Se elaboraron especificaciones para la selección de los lugares de vaciado y de las medidas técnicas para la descarga de sedimentos.

c.6- Biodiversidad

Debido al bajo porcentaje del hábitat y recurso biológico que se removerá como resultado del presente proyecto, es casi nula la probabilidad de efectos generales sobre la biodiversidad.

c.7- Resuspensión de los Sedimentos

De acuerdo a las previsiones realizadas, el proyecto no aumentará el tráfico de barcazas, y por ende, no incrementará los sedimentos resuspendidos por acción de los convoyes de barcazas que navegan por el canal.

La profundización de los canales hará que las embarcaciones naveguen más alejadas del fondo y por lo tanto, no deberá existir una resuspensión mayor del material del lecho del río del que ocurre bajo las actuales condiciones.

c.8- Riesgo de accidentes

La cantidad de convoyes no aumentará como resultado del presente proyecto y por ende no se prevé un aumento del riesgo de accidentes por efecto del presente proyecto. Por otra parte, el estudio realizado sobre la relación existente entre la cantidad de accidentes y los aumentos del volumen de tráfico demuestran que estos dos factores no se relacionan.

d- Monitoreo Ambiental

A fin de identificar y evaluar la evolución de los efectos de la obra sobre los parámetros ambientales significativos en el área de influencia directa del

proyecto, se ha diseñado un Plan de Monitoreo para ser implementado durante la operación del Proyecto.

d.1- Monitoreo de la calidad de agua durante las operaciones de dragado

El Programa de Monitoreo durante las operaciones de dragado deberá medir el estado y evolución de los parámetros de calidad del agua. Su propósito es confirmar que los parámetros físicos (especialmente la turbidez) y los químicos evolucionen dentro de los rangos previstos.

Con este objetivo, se ha establecido un programa de muestreo del agua en cada uno de los lugares de dragado. Los parámetros a analizar en cada muestra incluyen temperatura, pH, conductividad y turbidez.

En el caso de la turbidez, se deberá estimar el área afectada. A lo largo de la Hidrovía existen numerosos asentamientos humanos que se abastecen del agua del río. Debido a esto, deberán instrumentarse los mecanismos para asegurar que las variaciones de turbidez se encuentren dentro de los límites aceptables por las reglamentaciones vigentes y, en caso contrario, identificar las posibles relaciones causales con las operaciones de dragado. En los pasos adyacentes y aguas abajo de zonas de explotación agrícola intensiva, es necesario incluir en el monitoreo la determinación de plaguicidas, especialmente los órganoclorados.

En los pasos adyacentes y aguas abajo de puertos de importancia, es necesario incluir en el monitoreo la recolección y el análisis de metales e hidrocarburos (totales y los de mayor ecotoxicidad).

d.2- Monitoreo biológico durante las operaciones de dragado

El monitoreo de la calidad de agua deberá complementarse con el monitoreo de los principales parámetros biológicos, especialmente plancton, fauna bentónica y fauna íctica.

El bentos, el plancton y el necton, son de especial interés tanto sea por su afectación intrínseca como por su valor como indicadores de cambios en el ecosistema en su conjunto. Por ello debe incluirse en el monitoreo de la calidad ambiental, el seguimiento específico de estos componentes de la biota.

Se recomienda también profundizar la investigación sobre los sitios de desove y desarrollo larval. Esto implica la identificación de zonas más críticas, pudiendo ajustar las operaciones de dragado y vaciado.

En forma específica, se recomienda el monitoreo de la ictofauna. El objetivo del mismo es conocer la evolución de sus especies más sensibles o de mayor importancia ecológica y/o económica. Esto incluye también la

identificación de los sectores del río considerados críticos para la actividad pesquera.

d.3- Monitoreo durante las operaciones de mantenimiento

Durante la etapa de mantenimiento deberán reiterarse los muestreos de calidad de agua e incluirse el muestreo de calidad de sedimentos, a fin de conocer la evolución de sus parámetros más significativos.

d.4- Costos de Monitoreo

En la Tabla 5.5 se resumen los costos de monitoreo para las etapas de dragado de apertura y de dragado de mantenimiento.

Tabla 5.5- Resumen de los Componentes y Costos del Monitoreo en las Etapas de Apertura y Mantenimiento

Dragado de Apertura		Dragado de Mantenimiento	
Monitoreo del Agua	Monitoreo del Plancton y Bentos	Monitoreo de Sedimentos	Monitoreo de la Calidad del Agua
(US\$)	(US\$)	(US\$)	(US\$)
50.000	260.000	38.000	30.000

Costo Total del Monitoreo

Dragado de Apertura= US\$ 310.000

Dragado de Mantenimiento (por cada período de campaña)= US\$ 68.000

d.5- Aplicación de los Costos Ambientales a la Evaluación Económica

Como se indicó en el punto 1, la evaluación económica fue realizada en dos etapas. Primero se comparó la situación “sin proyecto”, con la alternativa de mejoramientos considerados mínimos aceptables para permitir la navegación durante épocas de aguas bajas que podrían producirse en la Hidrovía. La inversión en obras de dragado para proveer dichas condiciones de navegación, fue justificada al comparar los beneficios de evitar tal colapso con los costos de realizarlas.

La segunda etapa de la evaluación fue la consideración de posibles mejoramientos adicionales al caso base (2,0 m.de calado) para maximizar la rentabilidad económica.

Se analizaron incrementos de ancho y profundidad de los canales, comparando sus consecuentes beneficios debidos a ahorros en el costo de transporte con los costos incrementales de obras de dragado.

Dentro de este esquema también se consideraron los costos ambientales de las obras, dado que el concepto de análisis de los costos y beneficios a la sociedad en la utilización de recursos, debería incluir no sólo los costos de obras, sino también cualquier otro que afecte a los recursos de la región. La metodología de análisis en dos etapas implica la atribución de costos

ambientales al caso base, y después para cada incremento del análisis de optimización, la estimación del costo ambiental de cada incremento.

Al calcular los costos ambientales del impacto sobre la pesca se determinó que sus variaciones entre las distintas alternativas no es significativa para merecer su discriminación en el análisis de optimización. No obstante, dentro de la evaluación del caso base se incluyeron los costos ambientales resultantes de la implementación de la alternativa recomendada, para asegurar que la factibilidad del proyecto sea suficientemente robusta.

6. ANÁLISIS DE DIVISION MODAL, OPTIMIZACION ECONOMICA Y EVALUACION FINANCIERA

6.1 OBJETIVOS DE LOS ANALISIS

De acuerdo al planteo general del problema expuesto en los puntos 1.2 y 1.3, el presente análisis es esencialmente un análisis incremental, esto es, la consideración de ciertos incrementos de inversiones, correspondientes a obras de canalización y señalización, en relación al caso, o alternativa de base, definido como el conjunto mínimo de obras considerado necesario para el mantenimiento de la navegación. Aliado a este concepto está el de garantía a los usuarios de la Hidrovía, que solo puede ser dada por los propietarios del recurso hídrico representado por la vía navegable, este es, los Países Miembro de la Hidrovía, de que serán ejecutadas y mantenidas las obras que aseguren la continuidad ininterrumpida de la navegación como es practicada hoy en día, y en épocas futuras. Cabe observar que las proyecciones de Trafico consignadas en el punto 3.3 anterior, parten implícitamente y dependen totalmente, de la concesión de esa garantía.

La parte del análisis económico que ha sido adelantada en el punto 1.2, muestra claramente que los perjuicios que serían causados por una interrupción de la navegación, tanto para esta actividad propiamente dicha, como para las actividades económicas que de ella dependen, serían de tal monta que la concesión de la garantía de mantenimiento de la navegación se encuentra plenamente justificada.

Los presentes análisis se destinan, por lo tanto, a cuantificar los beneficios y los costos de las alternativas de obras de mejoramiento, *en relación al Caso Base*, en función de sus parámetros de dimensionamiento principales, a efectos de determinar la alternativa de mayor rentabilidad económica. Los parámetros principales determinantes de beneficios y costos son la profundidad y el ancho de los canales, y la existencia, o no, de los sistemas de ayuda a la navegación.

En segundo lugar, el análisis se destina a una evaluación financiera de la alternativa elegida como optima desde el punto de vista económico. En este caso, para una primera consideración del tema, se ha determinado, bajo ciertos supuestos, el valor de los costos adicionales de transporte para los usuarios, para diversas políticas fiscales relativas al pago del costo de las obras.

En la presentación que sigue, los puntos 6.2 a 6.5 se refieren de forma general a todos los análisis realizados. Los puntos 6.6 a 6.9 describen los análisis realizados para la selección de la alternativa que fué objeto de la elaboración de los proyectos básicos de licitación de las obras del Tramos Santa Fe - Corumbá. El punto 6.10 relata los estudios de evaluación

económica y financiera de las obras del Tramo Corumbá-Caceres, mientras que las 6.11 a 6.13 contienen la evaluación económica de las obras de largo plazo.

6.2 MODELO DE SIMULACION DE LA DIVISION MODAL Y ANALISIS ECONOMICO

Los análisis económicos y financieros del sistema hidroviario se basan en la división modal, esto es, la división de los flujos globales de transporte determinados como se indica en el punto 3.3, entre los modos de transporte alternativos (en el presente caso, los modos hidroviario, ferroviario y carretero) disponibles para los usuarios. El análisis se realiza mediante un modelo matemático de simulación que permite:

- a) la simulación de varios escenarios operacionales de navegación para determinar los costos (y probables tarifas) de transporte fluvial bajo cualquier alternativa de mejoramiento de las condiciones de navegación;
- b) la determinación de los costos de transporte para cada uno de los modos alternativos en base a la red básica de la zona de influencia y diferentes escenarios de cambios futuros en el sistema y su estructura de precios;
- c) la asignación del tráfico de carga a los modos de transporte (división modal), según, principalmente, las tarifas de mercado pagadas por los usuarios, pero también en consideración de otros factores que afectan la elección modal, tales como: los tiempos de viaje, la planificación previa necesaria para usar cada modo, los volúmenes de los embarques, el control del usuario sobre el proceso del transporte, condiciones climáticas, la relación entre estacionalidad y la capacidad de cada modo;
- d) el cálculo de los costos económicos de transporte para cada producto, para cada alternativa de mejoramientos de la vía de navegación y pares origen/destino de las mercaderías transportadas.

En la figura 6.2.1 se muestra el flujo de informaciones, y en la Tabla 6.2.1, la descripción de los contenidos principales del modelo.

En la determinación de los costos de transporte hidroviario se han introducido al modelo conceptos y procedimientos de cálculo aplicados en el modelo “Flotilla” desarrollado para el Cuerpo de Ingenieros de los EE.UU. Los datos de entrada, específicos de la Hidrovía Paraguay-Paraná, fueron levantados en el transcurso de los presentes trabajos e incluyen:

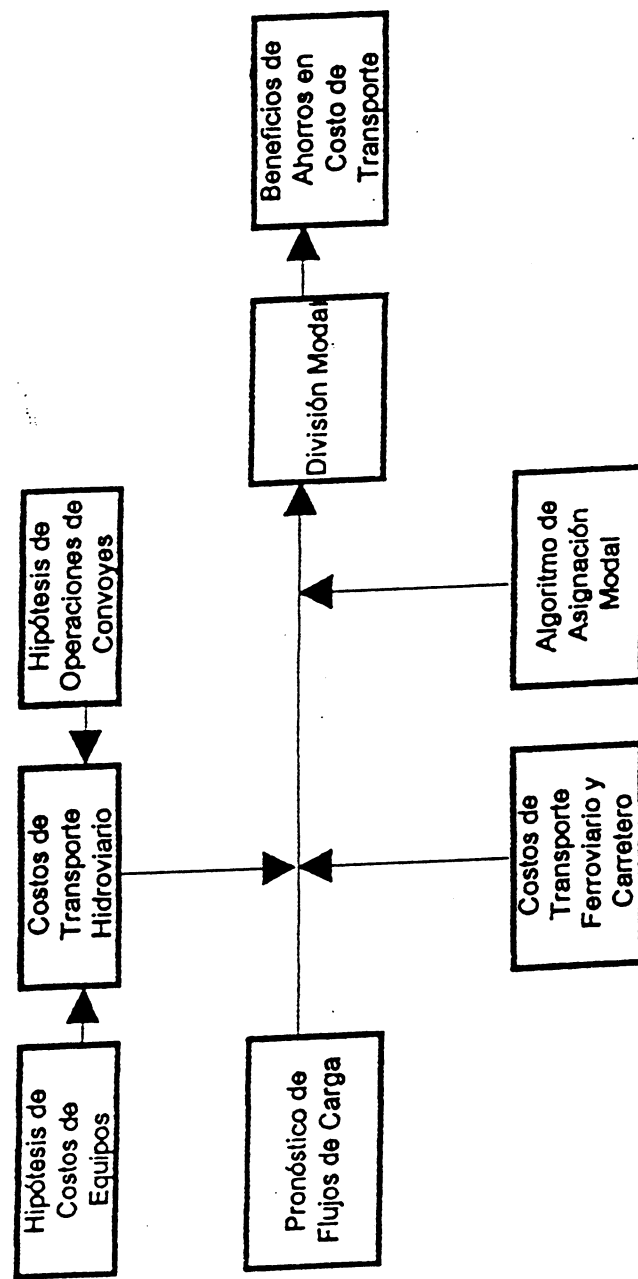


Figura 6.2.1

Flujo General de Información del Modelo de Transporte

Tabla 6.2.1: Descripción de los contenidos del modelo de división modal

HOJA	INSUMO	CALCULO INTERMEDIO	RESULTADO
<i>Burge</i>	<ul style="list-style-type: none"> - precios de adquisición de remolcadores / barcasas - hipótesis de costos de operación de convoyes 		
<i>Hidro</i>	<ul style="list-style-type: none"> - ID de par de puertos - hipótesis operativas de convoyes - hipótesis de operaciones portuarias 	<ul style="list-style-type: none"> - características de navegación por segmento del río - costos diarios por segmento - características de convoyes por segmento - tiempo/costo de elemento de viaje 	- costo / ton de transporte fluvial por par de puertos, producto y alternativa
<i>Porirs</i>	<ul style="list-style-type: none"> - dimensiones de barcasas - pares de puertos y distancias de "linehaul" por segmento - dimensiones de convoyes por alternativa 	- características de convoyes por alternativa	
<i>Flows</i>	<ul style="list-style-type: none"> - proyecciones de flujos de cargas (matriz OD) - ID de par de puertos para cada par OD - distancias de viaje por camión / ferrocarril por OD - costo de transferencia intermodal 	<ul style="list-style-type: none"> - costo/ton de cada modo, OD, y producto. - división modal (%) por OD y producto 	- costos transporte por par OD, año y producto para alternativa dada
<i>Hidrosum</i>		- costo / ton por barcaza para cada alternativa luego de correr macro	
<i>Truck</i>	- escenario de "backhaul"	- curvas de costo de transporte por camión como f (distancia)	
<i>Hidrolook</i>		- costo / ton de transporte hidroviario para cada alternativa	
<i>Dredging</i>	<ul style="list-style-type: none"> - resumen de costos de inversión por alternativa - escenario de tarifa pagado por usuario 	- Tarifa pagada por usuario (costo/ton.Km) por alternativa	

- datos técnicos: pares de puertos, distancias de viaje, lugares donde es necesario el desmembramiento de convoyes, velocidades de corriente, tiempos de navegación diarios (en función de la señalización), épocas (estaciones) de transporte para diversos productos; formación de convoyes y barcazas, carga en función del calado, cargas máximas para cada producto, potencia de los remolcadores, velocidades a favor y contra la corriente para convoyes cargados y vacíos, tipo de combustible y consumos específicos; permanencias de niveles y profundidades en función de las profundidades dragadas;
- parámetros económicos básicos: tasas de descuento (costo de oportunidad del capital para cálculos económicos) o tasas de interés (costos del capital en los mercados financieros); fechas de referencia y períodos de análisis (planificación) para el cálculo de los valores presentes descontados;
- costos fijos y variables (costo “linehaul”): costos de capital: costos de adquisición de barcazas y remolcadores, vida útiles, valores residuales; costos de operación, mantenimiento y reposición: tripulaciones y salarios, combustibles y lubricantes, mantenimiento periódico y reposiciones; costos carreteros o ferroviarios de acceso desde o hasta los puertos; costos de seguros;
- costos de viaje: rindes portuarios, tiempos y costos de carga y descarga; tiempos y costos de “topping-off”; hipótesis operacionales: sistema “dedicado” y sistema “general”; tiempos y costos de “fleeting”, tiempos y costos de desmembramiento y rearmado de convoyes en pasos que exigen esta operación; costos de “topping off” de navíos de ultramar; tiempos y costos de viajes de ultramar.

En el modelo de simulación del transporte se ha incluido también un módulo para el cálculo de los indicadores económicos y financieros correspondientes a las alternativas de obras de navegación sujetas a análisis. La información de entrada, para cada alternativa, son las inversiones iniciales y los costos anuales de operación y mantenimiento.

6.3 PARAMETROS Y METODOS BASICOS DE ANALISIS ECONOMICO

Los análisis se han basado en los siguientes parámetros:

- Moneda y nivel de precios: se ha utilizado en los análisis el dólar de los EE.UU.; las estimaciones de costos y beneficios corresponden al nivel de precios de julio de 1995.
- Sistema de precios: los análisis financieros se basan en los precios corrientes de plaza, o “precios de mercado”. Para los análisis económicos

se han utilizado “precios de cuenta”, introduciendo las siguientes correcciones a los precios de mercado:

- Transporte Carretero: Se considero que los costos económicos de operación de un camión son iguales a los costos financieros eliminándose los impuestos que, en el caso de Brasil son: 24 % para vehículos y llantas, y 22 % para combustible.
- Transporte Ferroviario: El cálculo tanto de los costos económicos como financieros de operación ferroviaria se basó en estudios existentes de la Rede Federal brasileña, llegando a un diferencial promedio de 15 % entre costos a precios de mercado y a precios de cuenta.
- Transporte hidroviario y dragado: Se utilizaron factores de corrección para precios de cuenta basados en estudios recientes de proyectos financiados por el BID en Paraguay. Esos factores son:

*	Material Nacional:	0.91
*	Material Importado:	1.05
*	Mano de obra Calificada:	0.74
*	Mano de Obra no Calificada:	0.67
*	Energía Eléctrica:	1.89
*	Productos Químicos:	0.91

- Indicadores económico - financieros, procedimientos y tasas de descuento: Como tasa de descuento par el cálculo de valores presentes en análisis económicos se ha utilizado la de 12 % a.a., usualmente aceptada por las instituciones internacionales de crédito para Latinoamérica. Los indicadores económicos son el Valor Actual Neto - VAN y la Tasa Interna de Retorno - TIR. Los flujos de costos y beneficios se extienden hasta el año 2020. Se ha supuesto que la entrada en operación de las obras sería el año 1997. Dado que las obras iniciales (dragados de apertura) pueden ser realizadas en un período del orden de 1 (un) año, se ha tomado como fecha base para los descuentos el 1° de enero de 1997. Como tasa de interés para cálculos financieros se ha tomado la de 10 % a.a.

Como método de análisis se ha adoptado el enfoque de “análisis incremental”.

Sin embargo, como se reconoce que finalmente es importante saber cuál es la rentabilidad de la inversión total, también se analizan las alternativas en términos del conjunto de todos sus elementos individuales.

6.4 COSTOS DE TRANSPORTE

Los costos básicos de transporte de los tres modos considerados fueron los siguientes:

- Transporte Carretero por Camión

En la Tabla 6.4.1 se resumen los parámetros de la fórmula que expresa los costos en función de la distancia recorrida, para diversos valores de la carga de retorno. La fórmula fué obtenida de análisis relativos a un camión típico (Scania T112 Granelero).

- Transporte Ferroviario

El cálculo del costo de operación ferroviaria es bastante complejo y depende de informaciones detalladas difíciles de obtener junto a las empresas de ferrocarriles.

Se han examinado varias planillas de costos utilizadas en varios estudios anteriores, mostrando siempre costos bastante altos. Esos costos altos reflejan basicamente prácticas operacionales poco eficientes que se espera puedan mejorar en el futuro, especialmente con la privatización ya efectuada en Argentina y en curso en Brasil.

Desafortunadamente, a través de esas planillas no se ha logrado derivar funciones que relacionen el costo de operación con posibles mejoramientos operacionales identificables de forma explícita.

La solución para el problema fue la adopción de parámetros finales de costo de operación por TKU según las conclusiones de estudios de las propias empresas de ferrocarriles en cuanto a la evolución de sus costos. La práctica general en los ferrocarriles brasileños y argentinos ubica los costos actuales en torno de US\$ 30,00 por 1.000 TKU. En sus estudios se estima que la mejora de las prácticas operacionales y la eliminación de cuellos de botella puedan reducir gradualmente los costos hasta un patamar de US\$ 18,00 por 1.000 TKU, en términos de costo financiero. Este valor se compara con costos de ferrocarriles eficientes en Brasil (Carajás y Minas-Vitoria, US\$ 5,00 por 1.000 TKU) y EEUU (US\$ 10 a 18 por 1.000 TKU).

Los mismos estudios calculan un factor de reducción de cerca de 15% para cálculo de costos económicos.

- Transporte Hidroviario

En la determinación de los costos de transporte hidroviario se han tenido en cuenta:

Tabla 6.4.1 - Parámetros de la Función de Costo de Operación de Camión

Ecuación

$$\text{Cost} = A + \exp(B) \cdot (\text{Dist})^C \text{ (US\$ /1000 TKU)}$$

Costos Financieros

Carga de Retorno	Valores de los Parámetros		
	A	B	C
0%	52,80	9,01161	-0,98325
20%	44,00	8,82929	-0,98325
40%	37,80	8,72046	-0,99204
60%	33,00	8,54160	-0,98325
80%	29,40	8,46914	-0,99204
100%	26,40	8,31846	-0,98325

Costos Económicos

Carga de Retorno	Valores de los Parámetros		
	A	B	C
0%	43,10	8,82692	-0,98902
20%	35,90	8,63523	-0,98721
40%	30,80	8,49988	-0,99085
60%	26,90	8,32896	-0,98360
80%	24,00	8,28681	-0,99825
100%	21,60	8,18145	-0,99825

- parámetros técnicos:
 - . potencia de los empujadores
 - . velocidad
 - . consumo de combustible
 - . horas de navegación diaria
- costos de operación de convoyes
 - . amortización de las inversiones en equipos
 - . reparaciones, mantenimiento y seguros
 - . costos de personal (tripulación)
 - . alojamientos y viáticos
 - . costos de administración
 - . costos de combustibles
 - . margen de utilidad
- simulación de viajes
 - . operaciones de carga/descarga, fraccionamientos para transponer pasos críticos, "topping-off", configuración/reconfiguración de convoyes, "fleeting", y movimientos de barcas entre áreas de espera y puertos
 - . método de utilización de empujadores ("general" y "dedicado")
 - . rendimientos de carga/descarga y tarifas portuarias.

El módulo de transporte hidroviario ha sido calibrado en base a los parámetros de costos de operación de convoyes establecidos, comparando los resultados con las tarifas y duraciones de viajes actuales, teniendo en cuenta, y reconociendo las dificultades en tratar de reproducir las tarifas de mercado en base a parámetros y criterios netamente técnicos.

En resumen, se considera que el modelo de transporte reproduce de forma adecuada los costos de transporte hidroviario y sirve de herramienta de estimación de los costos de transporte con mejoramientos. El mismo forma la base del cálculo de los ahorros en los costos de transporte con proyecto utilizados en el análisis económico de las alternativas.

En una fase siguiente, se ha aplicado el módulo a las alternativas de mejoramiento de las condiciones de navegación de la Hidrovia conjuntamente con las simulaciones realizadas para determinación de sus indicadores económicos y financieros. En la Tabla 6.4.2 se resumen los

Tabla 6.4.2

Resumen de Costos Hidroviarios por Alternativas Seleccionados

Resumen de Costos Hidroviarios por Alternativas Seleccionados																																
Tabla 6.4.2																																
ID			ID Puerto		Puerto de		Puerto de		Ubicación Puerto (km)		Tipo de		Tow		Tipo de		Capacidad		Alternativa de Mejoramientos			Caso Base			Alternativa							
Origen		Dest.	Origen		Destino		Origen		Dest.		Carga		Method		Barcaza		Origen		Dest		EOB0			E1E1			E2E2			E3E3		
1	3	1	Corumbá	N. Palmira	2762	139	2623	Granos	D	Hatch	459	459	459	459	459	459	459	459	459	459	4x4	4x4	4x4	4x4	4x4	4x4	4x4	4x4	4x4	4x4		
2	5	1	P. Quijano	N. Palmira	2762	139	2623	Granos	D	Hatch	459	459	459	459	459	459	459	459	459	459	3x4	3x4	3x4	3x4	3x4	3x4	3x4	3x4	3x4	3x4		
3	6	20	Greg. Curvo	Barranqueras	2625	1198	1427	Minerales	D	Hopper	918	918	918	918	918	918	918	918	918	918	2,0	2,0	2,0	2,6	2,6	3,0	3,0	3,4	3,4	3,4		
4	6	8	Greg. Curvo	San Nicolás	2625	352	2273	Minerales	D	Hopper	918	918	918	918	918	918	918	918	918	918	2,0	2,0	2,0	2,6	2,6	3,0	3,0	3,4	3,4	3,4		
5	10	1	Concepción	N. Palmira	1940	139	1801	Granos	D	Hatch	459	459	459	459	459	459	459	459	459	459	18	22	22	22	22	22	22	22	22	22		
6	6	9	Greg. Curvo	Villa Hayes	2625	1656	968	Minerales	D	Hopper	918	918	918	918	918	918	918	918	918	918	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio		
7	10	7	Concepción	Rosario	1940	420	1520	Granos	D	Hatch	459	459	459	459	459	459	459	459	459	459	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio		
8	11	13	Zarati	Auración	107	1630	1523	Petroleos	D	Tanker	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio		
9	7	14	Rosario	Auración	420	1630	1210	Granos	D	Hatch	459	459	459	459	459	459	459	459	459	459	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio		
10	15	16	Vallera	Villeta	2162	1590	572	Clinker	D	Hopper	637,5	637,5	637,5	637,5	637,5	637,5	637,5	637,5	637,5	637,5	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio		
11	17	1	Cáceres	N. Palmira	3442	139	3303	Granos	D	Hatch	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio		
12	20	24	Barranqueras	Buenos Aires	1198	0	1198	Minerales	D	Hatch	918	918	918	918	918	918	918	918	918	918	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio		
13	17	3	Cáceres	Corumbá	3442	2762	680	Granos	D	Hatch	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio		
14	12	13	Formosa	Auración	1488	1630	142	Petroleos	D	Tanker	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio		
15	18	1	P. Murdinho	N. Palmira	2232	139	2083	Granos	D	Hatch	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio		
16	14	1	Auración	N. Palmira	1630	139	1491	Granos	D	Hatch	459	459	459	459	459	459	459	459	459	459	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio		
17	6	2	Greg. Curvo	N. Palmira	2625	139	2486	Minerales	D	Hopper	918	918	918	918	918	918	918	918	918	918	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio		
18	6	19	Greg. Curvo	V. Constitución	2625	367	2258	Minerales	D	Hopper	918	918	918	918	918	918	918	918	918	918	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio		
19	21	7	Barranqueras	Rosario	1198	420	778	Granos	D	Hatch	459	459	459	459	459	459	459	459	459	459	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio		
20	22	23	Reconquista	San Lorenzo	948	447	501	Granos	D	Hatch	459	459	459	459	459	459	459	459	459	459	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio		

costos de transporte hidroviario que fueron determinados para vários de esas alternativas.

6.5 FLUJOS DE TRANSPORTE POR LA HIDROVIA

Los flujos globales de transporte por origen y destino determinados como indicado en 3.3 fueron divididos por modo de transporte mediante la aplicación del modelo de división modal descrito en 6.2, apropiadamente calibrado. Cada alternativa de simulación del transporte que fué analizada ha incluido una corrida completa de ese modelo, describiéndose los resultados en el Item 6.6 siguiente.

El las corridas realizadas durante la fase de trabajo denominada "Modelo A", se han incluido los flujos correspondientes a las zonas de tráfico del Norte de Mato Grosso, que fluyen para la terminal del puerto de Cáceres, considerando "sin mejoramiento" el tramo Corumbá-Cáceres de la Hidrovia, examinado en la fase de trabajo siguiente del "Módulo B1". Como se describe en la sección 6.7, el examen realizado de ese Tramo concluyó que los flujos de transporte por la Hidrovia determinado en la fase del "Modelo A" no sufrirían modificaciones.

Esos flujos se presentan en las figuras 6.5.1 y 6.5.2 y en las Tablas 6.5.1 a 6.5.4, correspondientes a la alternativa de mejoramiento recomendada. Como comparación se muestras en las Tablas 6.5.5 y 6.5.6 los flujos proyectados para los años 1997 y 2020 correspondientes a la situación existente (sin mejoramiento). Se verifica que los mejoramientos significan un aumento de mais de 40% de la carga transportada por la Hidrovia.

6.6 EVALUACION ECONOMICO-FINANCIERA DE LAS MEJORAS A LA NAVEGACION EN EL TRAMO SANTA FE-CORUMBA

6.6.1 Análisis de Optimización Económica

6.6.1.1 Alternativas analizadas

Las alternativas analizadas corresponden a aquellas para las cuales fueron realizados proyectos preliminares y estimaciones de costo, expuestos en el punto 4.2, y que, para mejor apreciación, se repite a continuación:

Configuración del convoy	3x3	3x4	3x5	4x3	4x4	4x5	5x6
Ancho de canal (m)	60	65	75	80	90	100	125

Calado (m)		A	B	C	D	E	F	G
2,0	0	A0	B0	C0	D0	E0	F0	G0
2,6	1	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1
3,0	2	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2
3,4	3	A3	B3	C3	D3	E3	F3	G3

Figura 6.5.1
Resumen de Flujos por la Hidrovia en 1997 para la Alternativa Recomendada

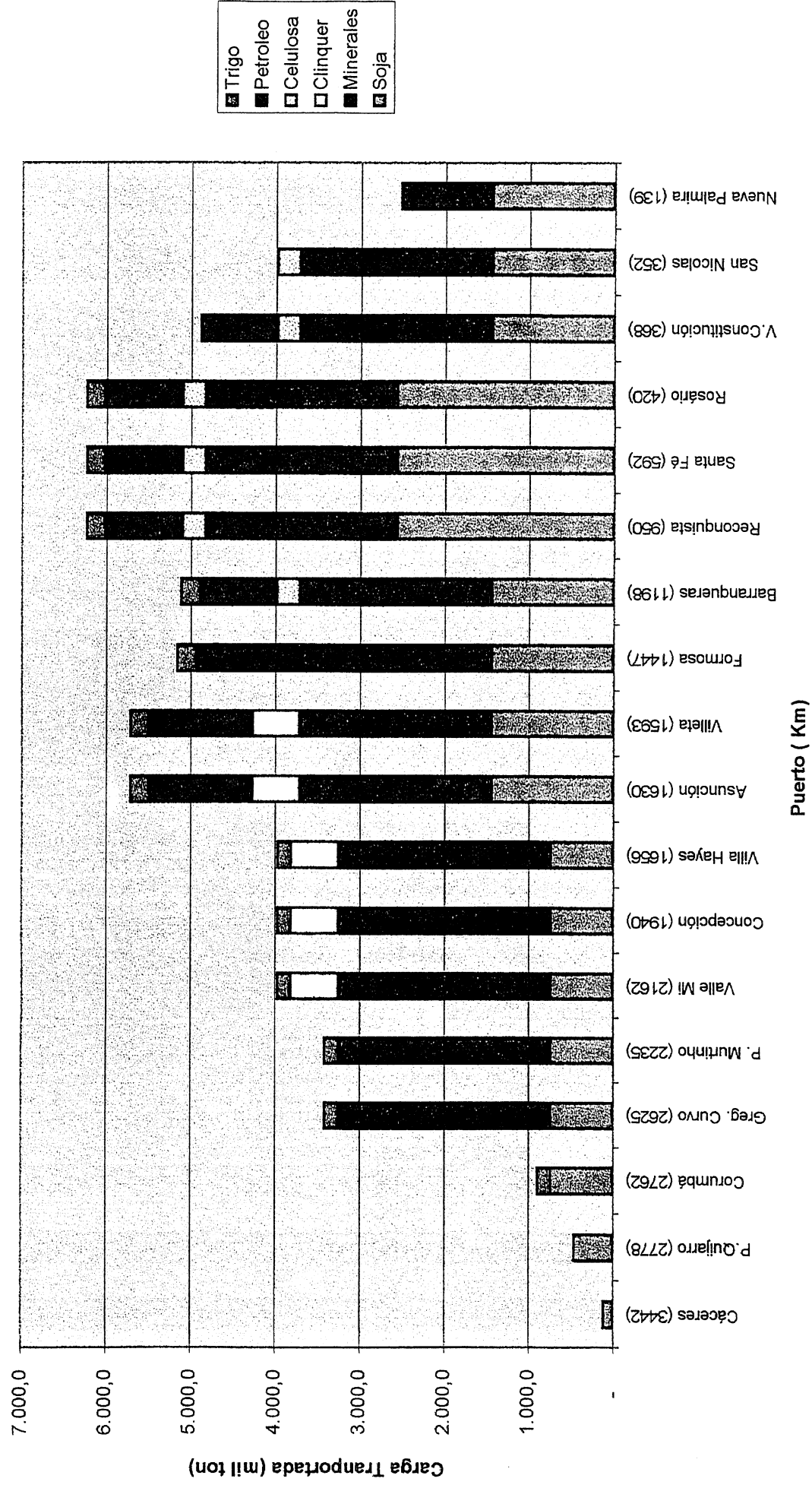


Figura 6.5.2
Resumen de Flujos por la Hidrovia en 2020 para la Alternativa Recomendada

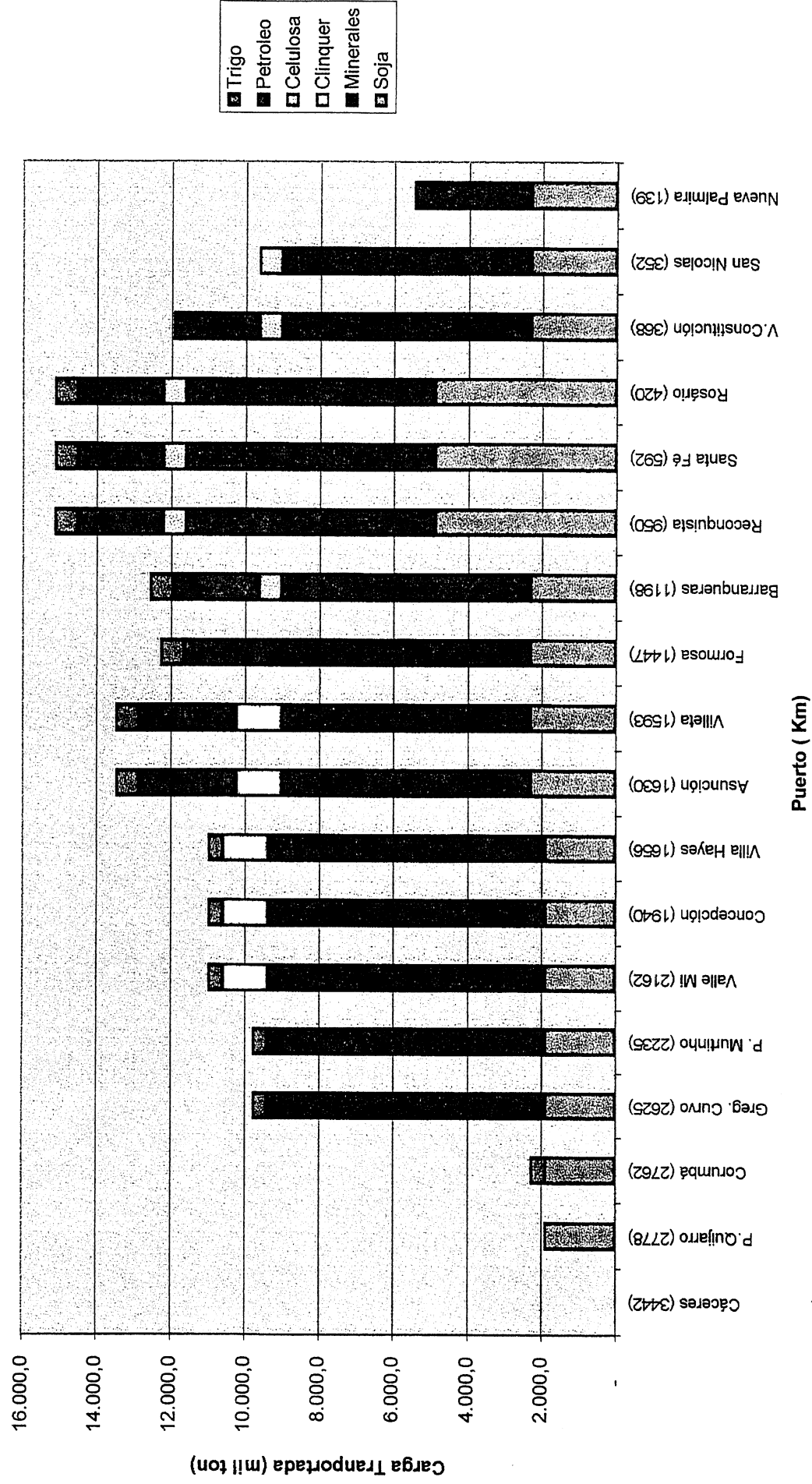


Tabla 6.5.1
Hidrovia Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos de Carga por Modo de Transporte para la Alternativa Recomendada
Año de Analisis 1997

Producto País (Estado)	Flujos por modo (mil ton)				División Modal		
	Hidrovia	Camión	Ferrocarril	Total	Hidrovia	Camión	Ferrocarril
Soja en Grano							
Brasil (MG)	111,7	1.118,3	148,8	1.378,8	8%	81%	11%
Brasil (MGS)	70,5	232,0	49,2	351,7	20%	66%	14%
Bolivia	393,0	0,0	0,0	393,0	100%	0%	0%
Paraguay	374,1	325,4	0,0	699,5	53%	47%	0%
Argentina	231,5	364,0	102,7	698,0	33%	52%	15%
Total	1.180,7	2.039,7	300,7	3.521,1	34%	58%	8%
Torta de Soja							
Brasil (MG)	0,0	904,4	137,9	1.042,3	0%	87%	13%
Brasil (MGS)	84,1	655,7	330,5	1.070,6	8%	61%	31%
Bolivia	65,0	0,0	0,0	65,0	100%	0%	0%
Paraguay	268,4	142,4	0,0	410,8	65%	35%	0%
Argentina	650,0	-	-	650,0	100%	0%	0%
Total	1.067,5	1.702,5	468,4	3.238,4	33%	52%	14%
Aceite de Soja							
Brasil (MG)	0,0	69,0	10,5	79,5	0%	87%	13%
Brasil (MGS)	6,3	50,0	25,2	81,6	8%	61%	31%
Bolivia	5,0	0,0	0,0	5,0	100%	0%	0%
Paraguay	69,0	36,4	0,0	105,4	66%	34%	0%
Argentina	234,0	-	-	234,0	100%	0%	0%
Total	314,4	155,4	35,7	505,5	62%	31%	7%
Complejo de Soja							
Brasil (MG)	111,7	2.091,6	297,2	2.500,5	4%	84%	12%
Brasil (MGS)	161,1	937,7	404,9	1.503,7	11%	63%	27%
Bolivia	463,0	0,0	0,0	463,0	100%	0%	0%
Paraguay	711,6	504,2	0,0	1.215,8	58%	41%	0%
Argentina	1.115,3	364,0	102,7	1.582,0	71%	23%	6%
Total	2.562,7	3.897,6	804,9	7.265,2	35%	54%	11%
Hierro							
Paraguay	250,0			250,0	100%	0%	0%
Argentina	1.150,0			1.150,0	100%	0%	0%
USA	1.000,0			1.000,0	100%	0%	0%
Total	2.400,0			2.400,0	100%	0%	0%
Manganeso							
Paraguay	6,0			6,0	100%	0%	0%
Argentina	40,0			40,0	100%	0%	0%
USA	75,0			75,0	100%	0%	0%
Total	121,0			121,0	100%	0%	0%
Clinker	555,0			555,0	100%	0%	0%
Celulose	267,0			267,0	100%	0%	0%
Petroleos	1.216,0			1.216,0	100%	0%	0%
Trigo							
Brasil (MGS)	158,0			158,0	100%	0%	0%
Paraguay	69,0			69,0	100%	0%	0%
Total	227,0			227,0	100%	0%	0%
Todos Productos	7.348,7	3.897,6	804,9	12.051,2	61%	32%	7%

Nota: Los flujos totales se refieren a los del área de influencia de la Hidrovia.

Tabla 6.5.2
Hidrovia Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos por la Hidrovia para el Caso Base
Año de Analisis 1997

Producto País(Estado)	Flujos por la Hidrovia		Recorrido Fluvial Medio (km.)	Participación de Flujos Totales por la Hidrovia	
	Toneladas (miles)	TKU (millones)		por tonelada	por TKU
Soja en Grano					
Brasil (MG)	54,2	179,0	3.303	0,9%	2,1%
Brasil (MGS)	37,4	69,6	1.861	0,6%	0,8%
Bolivia	393,0	1.035,5	2.635	6,4%	12,0%
Paraguay	319,7	486,7	1.522	5,2%	5,6%
Argentina	227,2	176,7	778	3,7%	2,0%
Total	1.031,5	1.947,7	1.888	16,8%	22,5%
Torta de Soja					
Brasil (MG)	-	-	-	0,0%	0,0%
Brasil (MGS)	53,3	95,9	1.801	0,9%	1,1%
Bolivia	65,0	171,3	2.635	1,1%	2,0%
Paraguay	245,6	366,2	1.491	4,0%	4,2%
Argentina	650,0	325,7	501	10,6%	3,8%
Total	1.013,8	959,0	946	16,5%	11,1%
Acete de Soja					
Brasil (MG)	-	-	-	0,0%	0,0%
Brasil (MGS)	4,1	7,3	1.801	0,1%	0,1%
Bolivia	5,0	13,2	2.635	0,1%	0,2%
Paraguay	63,2	94,3	1.491	1,0%	1,1%
Argentina	234,0	117,2	501	3,8%	1,4%
Total	306,3	232,0	757	5,0%	2,7%
Complejo de Soja					
Brasil (MG)	54,2	179,0	3.303	0,9%	2,1%
Brasil (MGS)	94,7	172,9	1.825	1,5%	2,0%
Bolivia	463,0	1.220,0	2.635	7,5%	14,1%
Paraguay	628,5	947,2	1.507	10,2%	11,0%
Argentina	1.111,2	619,6	558	18,1%	7,2%
Total	2.351,6	3.138,7	1.335	38,3%	36,3%
Hierro					
Paraguay	250,0	242,3	969	4,1%	2,8%
Argentina	1.150,0	2.487,1	2.163	18,7%	28,8%
USA	-	-	-	0,0%	0,0%
Total	1.400,0	2.729,3	1.950	22,8%	31,6%
Manganeso					
Paraguay	6,0	5,8	969	0,1%	0,1%
Argentina	40,0	90,9	2.273	0,7%	1,1%
USA	75,0	170,5	2.273	1,2%	2,0%
Total	121,0	267,2	2.208	2,0%	3,1%
Clinker	555,0	317,5	572	9,0%	3,7%
Celulose	267,0	319,9	1.198	4,4%	3,7%
Petroleos	1.216,0	1.428,0	1.174	19,8%	16,5%
Trigo					
Brasil (MGS)	158,0	240,2	1.520	2,6%	2,8%
Paraguay	69,0	83,5	1.210	1,1%	1,0%
Total	227,0	437,7	1.928	3,7%	5,1%
Todos Productos	6.137,6	8.638,2	1.407	100,0%	100,0%

Nota: Los flujos totales se refieren a los del área de influencia de la Hidrovia.

Tabla 6.5.3
Hidrovía Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos de Carga por Modo de Transporte para la Alternativa Recomendada
Año de Análisis 2020

Producto País (Estado)	Flujos por modo (mil ton)				División Modal		
	Hidrovia	Camión	Ferrocarril	Total	Hidrovia	Camión	Ferrocarril
Soja en Grano							
Brasil (MG)	-	259,6	4.512,7	4.772,3	0%	5%	95%
Brasil (MGS)	-	-	-	-	0%	0%	0%
Bolivia	988,0	0,0	0,0	988,0	100%	0%	0%
Paraguay	337,8	337,0	365,2	1.039,9	32%	32%	35%
Argentina	837,3	208,5	1.313,9	2.359,7	35%	9%	56%
Total	2.163,1	805,2	6.191,8	9.160,0	24%	9%	68%
Torta de Soja							
Brasil (MG)	-	10,8	3.252,4	3.263,2	0%	0%	100%
Brasil (MGS)	0,2	275,9	866,8	1.142,9	0%	24%	76%
Bolivia	770,0	0,0	0,0	770,0	100%	0%	0%
Paraguay	44,4	24,6	0,0	69,0	64%	36%	0%
Argentina	1.282,8	-	-	1.282,8	100%	0%	0%
Total	2.097,4	311,4	4.119,1	6.527,9	32%	5%	63%
Aceite de Soja							
Brasil (MG)	-	0,6	183,1	183,7	0%	0%	100%
Brasil (MGS)	0,0	15,5	48,8	64,4	0%	24%	76%
Bolivia	125,0	0,0	0,0	125,0	100%	0%	0%
Paraguay	32,8	18,2	0,0	51,0	64%	36%	0%
Argentina	461,8	-	-	461,8	100%	0%	0%
Total	619,7	34,3	231,9	885,9	70%	4%	26%
Complejo de Soja							
Brasil (MG)	-	271,1	7.948,2	8.219,3	0%	3%	97%
Brasil (MGS)	0,2	291,5	915,6	1.207,2	0%	24%	76%
Bolivia	1.883,0	0,0	0,0	1.883,0	100%	0%	0%
Paraguay	415,0	379,8	365,2	1.159,9	36%	33%	31%
Argentina	2.582,0	208,5	1.313,9	4.104,4	63%	5%	32%
Total	4.880,1	1.150,8	10.542,9	16.573,8	29%	7%	64%
Hierro							
Paraguay	767,9			767,9	100%	0%	0%
Argentina	3.532,3			3.532,3	100%	0%	0%
USA	3.071,5			3.071,5	100%	0%	0%
Total	7.371,7			7.371,7	100%	0%	0%
Manganeso							
Paraguay	6,0			6,0	100%	0%	0%
Argentina	40,0			40,0	100%	0%	0%
USA	75,0			75,0	100%	0%	0%
Total	121,0			121,0	100%	0%	0%
Clinker	1.212,0			1.212,0	100%	0%	0%
Celulose	600,0			600,0	100%	0%	0%
Petroleos	2.614,0			2.614,0	100%	0%	0%
Trigo							
Brasil (MGS)	386,0			386,0	100%	0%	0%
Paraguay	230,0			230,0	100%	0%	0%
Total	616,0			616,0	100%	0%	0%
Todos Productos	17.414,8	1.150,8	10.542,9	29.108,5	60%	4%	36%

Nota: Los flujos totales se refieren a los del área de influencia de la Hidrovía.

No se incluyen los flujos de soja de Bolivia que se transportan por tierra a los países andinos.

Tabla 6.5.4
Hidrovía Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos de Carga por Modo de Transporte para el Caso Base
Año de Análisis 2020

Producto	Flujos por modo (mil ton)				División Modal		
	Hidrovia	Camión	Ferrocarril	Total	Hidrovia	Camión	Ferrocarril
Soja en Grano							
Brasil (MG)	-	259,6	4.512,7	4.772,3	0%	5%	95%
Brasil (MGS)	-	-	-	-	0%	0%	0%
Bolivia	988,0	0,0	0,0	988,0	100%	0%	0%
Paraguay	291,8	382,9	365,2	1.039,9	28%	37%	35%
Argentina	822,2	223,6	1.313,9	2.359,7	35%	9%	56%
Total	2.102,0	866,2	6.191,8	9.160,0	23%	9%	68%
Torta de Soja							
Brasil (MG)	-	10,8	3.252,4	3.263,2	0%	0%	100%
Brasil (MGS)	0,0	285,9	857,0	1.142,9	0%	25%	75%
Bolivia	770,0	0,0	0,0	770,0	100%	0%	0%
Paraguay	40,6	28,4	0,0	69,0	59%	41%	0%
Argentina	1.282,8	-	-	1.282,8	100%	0%	0%
Total	2.093,4	325,1	4.109,4	6.527,9	32%	5%	63%
Aceite de Soja							
Brasil (MG)	-	0,6	183,1	183,7	0%	0%	100%
Brasil (MGS)	0,0	16,1	48,3	64,4	0%	25%	75%
Bolivia	125,0	0,0	0,0	125,0	100%	0%	0%
Paraguay	30,0	21,0	0,0	51,0	59%	41%	0%
Argentina	461,8	-	-	461,8	100%	0%	0%
Total	616,9	37,7	231,4	885,9	70%	4%	26%
Complejo de Soja							
Brasil (MG)	-	271,1	7.948,2	8.219,3	0%	3%	97%
Brasil (MGS)	0,0	302,0	905,3	1.207,2	0%	25%	75%
Bolivia	1.883,0	0,0	0,0	1.883,0	100%	0%	0%
Paraguay	362,5	432,3	365,2	1.159,9	31%	37%	31%
Argentina	2.566,9	223,6	1.313,9	4.104,4	63%	5%	32%
Total	4.812,3	1.228,9	10.532,5	16.573,8	29%	7%	64%
Hierro							
Paraguay	767,9			767,9	100%	0%	0%
Argentina	3.532,3			3.532,3	100%	0%	0%
USA	-			-	0%	0%	0%
Total	4.300,1			4.300,1	100%	0%	0%
Manganeso							
Paraguay	6,0			6,0	100%	0%	0%
Argentina	40,0			40,0	100%	0%	0%
USA	75,0			75,0	100%	0%	0%
Total	121,0			121,0	100%	0%	0%
Clinker	1.212,0			1.212,0	100%	0%	0%
Celulosa	600,0			600,0	100%	0%	0%
Petroleos	2.614,0			2.614,0	100%	0%	0%
Trigo							
Brasil (MGS)	386,0			386,0	100%	0%	0%
Paraguay	230,0			230,0	100%	0%	0%
Total	616,0			616,0	100%	0%	0%
Todos Productos	14.275,5	1.228,9	10.532,5	26.036,9	55%	5%	40%

Nota: Los flujos totales se refieren a los del área de influencia de la Hidrovía.
No se incluyen los flujos de soja de Bolivia que se transportan por tierra a los países andinos.

Tabla 6.5.5
Hidrovia Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos por la Hidrovia para la Situación Existente Simulada
Año de Análisis 2020

Producto País (Estado)	Flujos por la Hidrovia		Recorrido Fluvial Medio (km.)	Participación de Flujos Totales por la Hidrovia	
	Toneladas (miles)	TKU (millones)		por tonelada	por TKU
Soja en Grano					
Brasil (MG)	-	-	-	0.0%	0.0%
Brasil (MGS)	-	-	-	0.0%	0.0%
Bolivia	33.8	89.0	2,635	0.3%	0.5%
Paraguay	235.7	365.5	1,551	1.9%	2.3%
Argentina	775.1	603.0	778	6.3%	3.6%
Total	1,044.6	1,057.5	1,012	8.4%	6.4%
Torta de Soja					
Brasil (MG)	-	-	-	0.0%	0.0%
Brasil (MGS)	-	-	-	0.0%	0.0%
Bolivia	44.6	117.6	2,635	0.4%	0.7%
Paraguay	36.1	53.9	1,491	0.3%	0.3%
Argentina	1,282.8	642.7	501	10.4%	3.9%
Total	1,363.6	814.2	597	11.0%	4.9%
Aceite de Soja					
Brasil (MG)	-	-	-	0.0%	0.0%
Brasil (MGS)	-	-	-	0.0%	0.0%
Bolivia	7.5	19.8	2,635	0.1%	0.1%
Paraguay	26.7	39.8	1,491	0.2%	0.2%
Argentina	461.8	231.4	501	3.7%	1.4%
Total	496.0	291.0	587	4.0%	1.7%
Complejo de Soja					
Brasil (MG)	-	-	-	0.0%	0.0%
Brasil (MGS)	-	-	-	0.0%	0.0%
Bolivia	86.0	226.5	2,635	0.7%	1.4%
Paraguay	298.5	459.1	1,538	2.4%	2.7%
Argentina	2,519.8	1,477.1	586	20.4%	8.9%
Total	2,904.2	2,162.7	745	23.5%	13.0%
Hierro					
Paraguay	767.9	744.1	969	6.2%	4.4%
Argentina	3,532.3	7,639.0	2,163	28.6%	45.9%
USA	-	-	-	0.0%	0.0%
Total	4,300.1	8,383.1	1,950	34.8%	51.3%
Manganeso					
Paraguay	6.0	5.8	969	0.0%	0.0%
Argentina	40.0	90.9	2,273	0.3%	0.6%
USA	75.0	170.5	2,273	0.6%	1.1%
Total	121.0	267.2	2,208	1.0%	1.6%
Clinker	1,212.0	693.3	572	9.8%	4.2%
Celulosa	600.0	718.8	1,198	4.9%	4.3%
Petroleos	2,614.0	3,557.2	1,361	21.1%	21.4%
Trigo					
Brasil (MGS)	386.0	586.7	1,520	3.1%	3.5%
Paraguay	230.0	278.3	1,210	1.9%	1.7%
Total	616.0	865.0	1,404	5.0%	5.2%
Todos Productos	12,367.4	16,647.2	1346	100.0%	100.0%

Nota: Los flujos totales se refieren a los del área de influencia de la Hidrovia, No se incluyen los flujos de soja de Bolivia que se transportan por tierra a los países andinos.

Tabla 6.5.6
Hidrovia Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos de Carga por Modo de Transporte para la Situación Existente Simulada
Año de Analisis 1997

Producto País (Estado)	Flujos por modo (mil ton)				División Modal		
	Hidrovia	Camión	Ferrocarril	Total	Hidrovia	Camión	Ferrocarril
Soja en Grano							
Brasil (MG)	49.3	1,196.2	142.3	1,387.8	4%	86%	10%
Brasil (MGS)	21.1	269.9	59.0	350.0	6%	77%	17%
Bolivia	393.0	0.0	0.0	393.0	100%	0%	0%
Paraguay	169.1	460.4	84.5	714.0	24%	64%	12%
Argentina	214.1	382.5	102.7	699.4	31%	55%	15%
Total	846.7	2,309.0	388.5	3,544.1	24%	65%	11%
Torta de Soja							
Brasil (MG)	-	904.4	137.9	1,042.3	0%	87%	13%
Brasil (MGS)	24.5	713.7	330.5	1,068.7	2%	67%	31%
Bolivia	65.0	0.0	0.0	65.0	100%	0%	0%
Paraguay	218.3	198.7	0.0	417.0	52%	48%	0%
Argentina	650.0	-	-	650.0	100%	0%	0%
Total	957.8	1,816.8	468.4	3,243.0	30%	56%	14%
Aceite de Soja							
Brasil (MG)	-	69.0	10.5	79.5	0%	87%	13%
Brasil (MGS)	1.9	54.5	25.2	81.6	2%	67%	31%
Bolivia	5.0	0.0	0.0	5.0	100%	0%	0%
Paraguay	56.2	50.8	0.0	107.0	53%	47%	0%
Argentina	234.0	-	-	234.0	100%	0%	0%
Total	297.1	174.2	35.7	507.1	59%	34%	7%
Complejo de Soja							
Brasil (MG)	49.3	2,169.6	290.7	2,509.6	2%	86%	12%
Brasil (MGS)	47.5	1,038.1	414.7	1,500.3	3%	69%	28%
Bolivia	463.0	0.0	0.0	463.0	100%	0%	0%
Paraguay	443.7	709.8	84.5	1,238.0	36%	57%	7%
Argentina	1,098.1	382.5	102.7	1,583.4	69%	24%	6%
Total	2,101.6	4,300.0	892.6	7,294.3	29%	59%	12%
Hierro							
Paraguay	250.0			250.0	100%	0%	0%
Argentina	1,150.0			1,150.0	100%	0%	0%
USA	-			-	0%	0%	0%
Total	1,400.0			1,400.0	100%	0%	0%
Manganeso							
Paraguay	6.0			6.0	100%	0%	0%
Argentina	40.0			40.0	100%	0%	0%
USA	75.0			75.0	100%	0%	0%
Total	121.0			121.0	100%	0%	0%
Clinker	555.0			555.0	100%	0%	0%
Celulose	267.0			267.0	100%	0%	0%
Petroleos	1,216.0			1,216.0	100%	0%	0%
Trigo							
Brasil (MGS)	158.0			158.0	100%	0%	0%
Paraguay	69.0			69.0	100%	0%	0%
Total	227.0			227.0	100%	0%	0%
Todos Productos	5,887.6	4,300.0	892.6	11,080.3	53%	39%	8%

Nota: Los flujos totales se refieren a los del área de influencia de la Hidrovia,
No se incluyen los flujos de soja de Bolivia que se transportan por tierra a los países andinos

El caso E0B0 (convoyes 4x4 y 3x4 respectivamente en los Tramos Santa Fe-Asunción y Asunción-Corumbá y 2.0 m. de calado en los dos tramos) corresponde a la Alternativa de Base, cuyo análisis y justificación económica ya han sido adelantados en el punto 1. El presente análisis se refiere a la consideración de *incrementos en relación a la Alternativa Base*. El primero de esos incrementos corresponde a la implementación de las mejoras del sistema de señalización de la Hidrovía, expuestas en el punto 10.3

6.6.1.2 Profundidades Disponibles para la Navegación

En el punto 1.4 se ha indicado como fue establecido el “plano de referencia” o “de reducción”, en relación al cual se pueden medir, de forma uniforme, los niveles de agua variables, y las profundidades de fondo, naturales o dragadas. Las profundidades disponibles para la navegación se establecen como la suma de las distancias verticales entre los niveles de agua y el plano de referencia, que son variables, y la distancia vertical constante entre el plano de referencia y el fondo del canal.

A efectos de evaluar estadísticamente las variaciones de los niveles de agua en el Tramo Santa Fe-Corumbá, se han seleccionado 7 estaciones limnimétricas, siendo 5 en el río Paraguay (Ladario, Bahía Negra, Puerto Murtinho, Concepción y Asunción) y 2 en el río Paraná (Corrientes y Paraná). El análisis estadístico de niveles se realizó en las siguientes condiciones:

- para el río Paraguay (Corumbá- Asunción) se tomaron los registros de niveles disponibles del período 1941 -1993 (53 años), y para el río Paraná (tramo Corrientes - Paraná y, por extensión, el tramo de remanso sobre el río Paraguay), los registros del período 1974 -1993 (20 años), en que ya se manifestó la influencia de la regularización de los embalses brasileños;
- en cada mes de cada año de registro, se cotejaron los niveles mínimos diarios registrados en relación a los planos de reducción en todas las estaciones limnimétricas a lo largo de la Hidrovía, tomándose el menor de cada conjunto, como determinante para la navegación.

Con las series de niveles mínimos así obtenidos se calcularon, utilizando el método de Gumbel, los niveles mínimos mensuales (referidos a los planos de reducción) correspondientes a recurrencias variando entre 1 y 25 años. Estos niveles se indican en las Figuras 6.6.1, 6.6.2 y 6.6.3 correspondientes a los tres tramos y respectivos planos de reducción indicados, esto es, Corumbá - Asunción, Asunción (Dalmacia) - Corrientes (Confluencia) y Corrientes - Paraná (Santa Fe).

Figura 6.6.1
Niveles Mínimos (CORUMBÁ - ASUNCIÓN)



Figura 6.6.2
Niveles Mínimos (ASUNCIÓN - CORRIENTES)

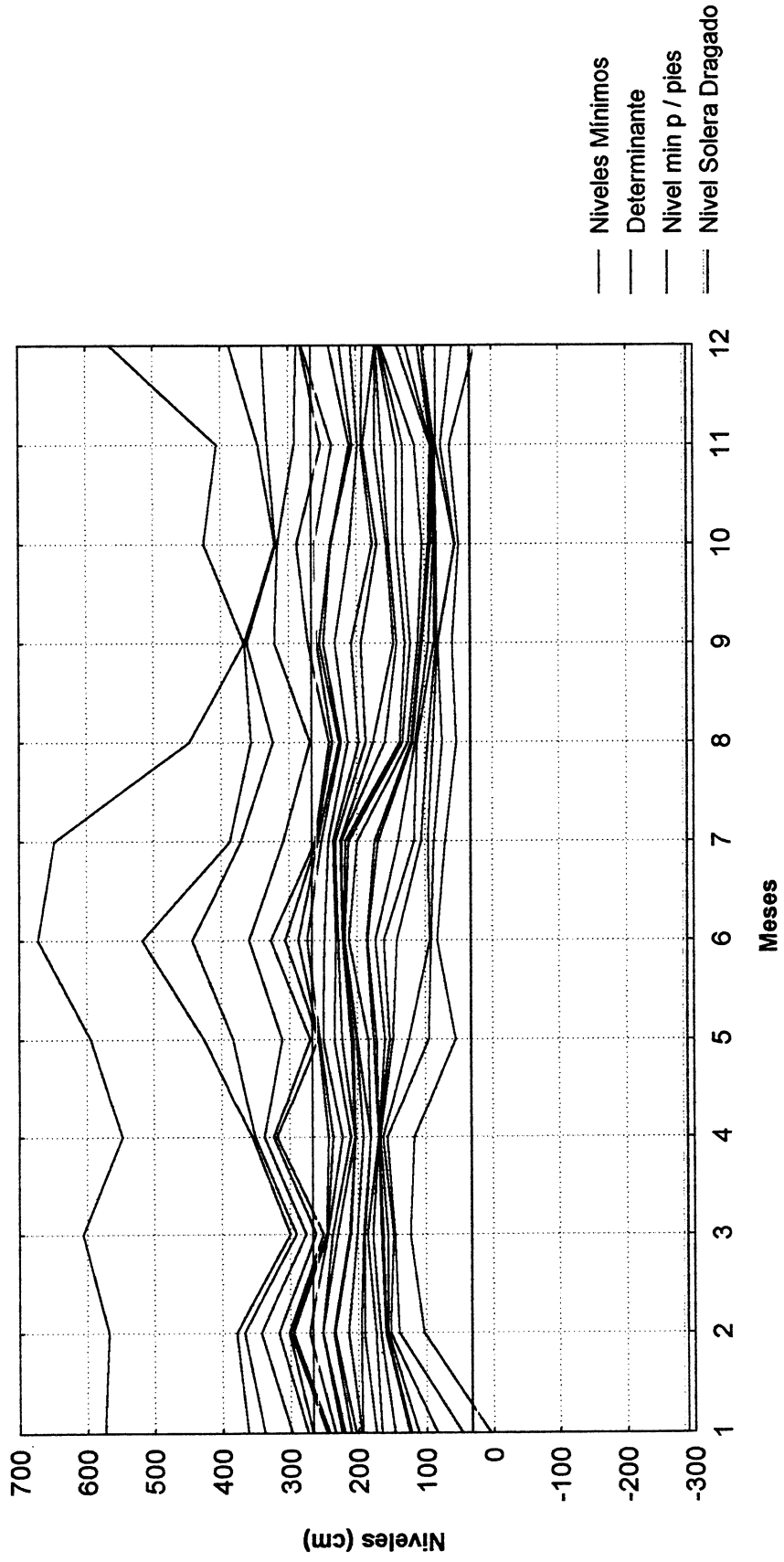
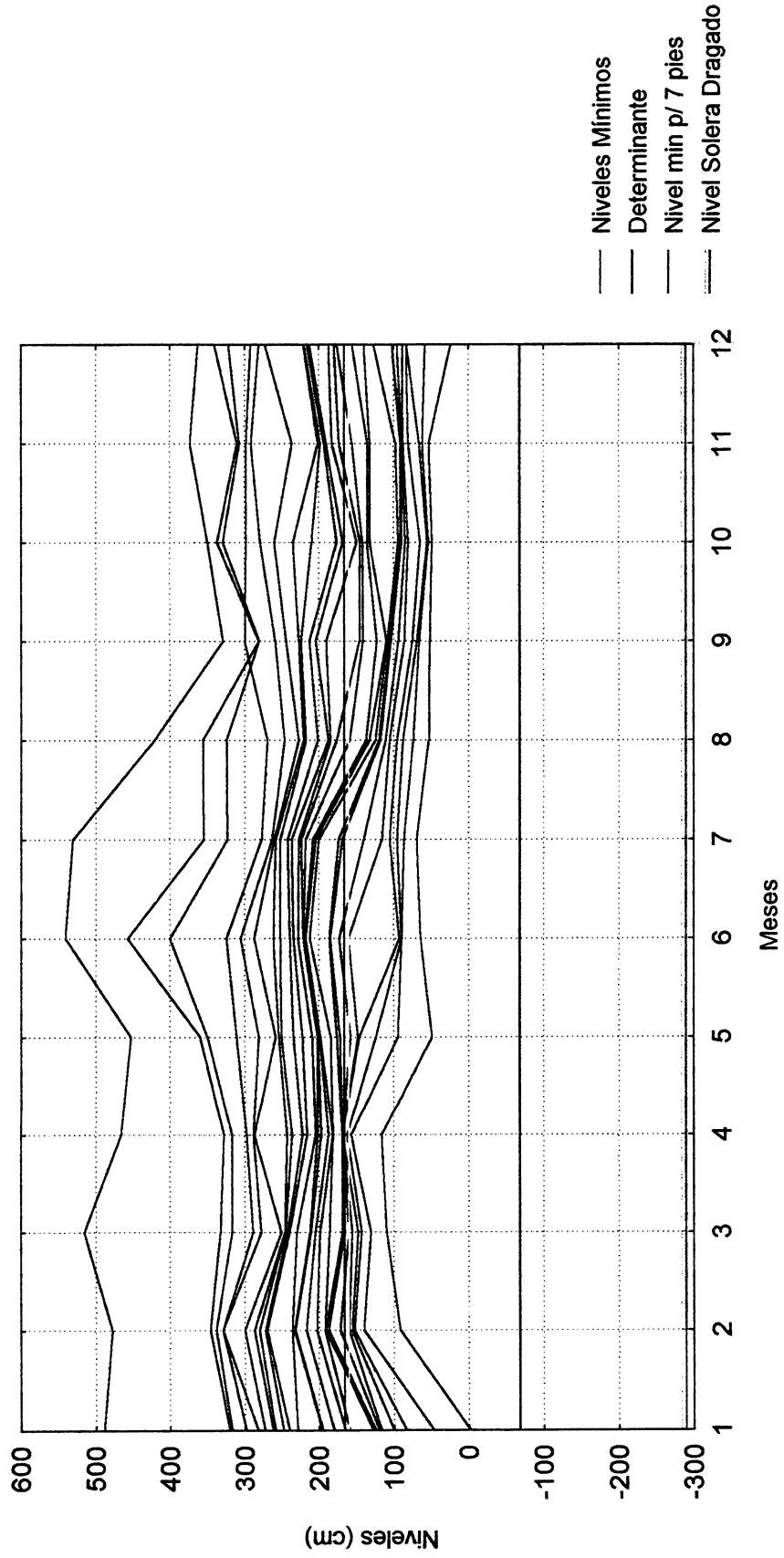


Figura 6.6.3
Niveles Mínimos (CORRIENTES-PARANÁ)



En base a estos valores se puede ahora examinar la disponibilidad de profundidades para la navegación, a partir de varias alternativas de profundidades dragadas.

En el estado natural actual de los ríos que componen la Hidrovía, las profundidades determinantes corresponden a los niveles de solera más altos en los paso críticos de navegación. Un examen de las batimetrías disponibles (correspondientes al relevamiento ejecutado por la Asociación mediante su barco “Negrito” y a relevamientos anteriores de entidades oficiales), permite indicar las siguientes profundidades determinantes representativas de cada tramo:

- Tramo Corumbá - Asunción : + 0.30 m
- Tramo Asunción - Corrientes: + 0.15 m
- Tramo Corrientes - Santa Fe: - 0.76 m

Si se trazan estos niveles en los gráficos señalados, y por arriba de ellos, un nivel correspondiente a la profundidad requerida para la navegación, esto es, al calado con que se desee navegar más una revancha bajo quilla de 0.30 m, esa línea cortará las curvas de tal forma que la navegación solo es posible con niveles de agua más altos, correspondientes a las partes de las curvas de permanencia mensual por arriba del nivel correspondiente a la profundidad requerida.

Fijando, por ejemplo, una profundidad requerida correspondiente a un calado de 7 pies (2.10 m), o sea, $2.10 + 0.30 = 2.40$ m, se obtienen dos de las líneas indicadas en los gráficos: profundidad determinante natural (línea azul), y profundidad requerida para navegar (línea roja).

Se verifica mediante esos gráficos que en toda su extensión el río Paraguay (Confluencia - Asunción - Corumbá) la navegación resulta infactible en una gran parte del tiempo. Cabe recordar, en ese sentido, que el período de aguas altas verificado a partir de 1974 es un período extraordinario, registrado por las curvas correspondientes a los niveles con recurrencias menores; el análisis reflejado en los gráficos se refiere a toda la serie histórica de niveles disponible, incluyendo los períodos de aguas bajas anteriores a 1974.

En el río Paraná (tramo Corrientes- Paraná), la situación es considerablemente más favorable; pero aquí también, en el tramo considerado de ese río, la situación actual natural verificada en los relevamientos batimétricos, no reúne condiciones de garantía suficiente para dar seguridad a la navegación. Para dar esa seguridad se requieren operaciones de dragado permanentes, bien estructuradas y organizadas, sobre bases institucionales firmes.

En los mismos gráficos se han trazado líneas (líneas verdes), correspondientes a una profundidad determinante de 2.9 m por debajo de los planos de reducción. Esa profundidad permite la navegación con calado de 2.6 m (8.5') en las condiciones de garantía correspondiente al criterio de fijación de los ceros hidrográficos. Se verifica que, si fuera adoptada esa profundidad determinante para los dragados, la navegación sería posible con calados de 3.0 m (10') o superiores en un alto porcentaje del tiempo, en los tres tramos en que se ha subdividido la Hidrovía.

La determinación de la profundidad determinante para la cual deban ser dimensionados los canales de navegación y correspondientes obras de dragado, es un problema de análisis económico. Se deberán considerar alternativas de profundidad dragada, determinando para cada una los correspondientes costos de dragado y beneficios económicos. Estos últimos estarán dados en función de los tiempos con que se pueda navegar con diversos calados, determinados en base a los valores determinados por el análisis de recurrencia.

Estos valores han sido introducidos en el modelo de división modal, habiendo sido utilizados en los análisis de optimización, que incluyen como variable de decisión la profundidad dragada. El modelo determina, para cada alternativa de profundidad dragada, los calados medios utilizados por las embarcaciones, de acuerdo a los valores de recurrencia consignados y a los tipos de carga transportada. En la Figura 6.6.4 se muestran los calados medios de navegación en función de los calados de proyecto referidos al plano de reducción que, con revanchas y sobredragados, corresponden a las profundidades de dragado. En la Figura 6.6.5 se muestran las curvas de duración de calados disponibles de navegación para los calados de proyecto de 2,0 m, 2,6 m y 3,0 m, en el tramo Asunción-Corumbá.

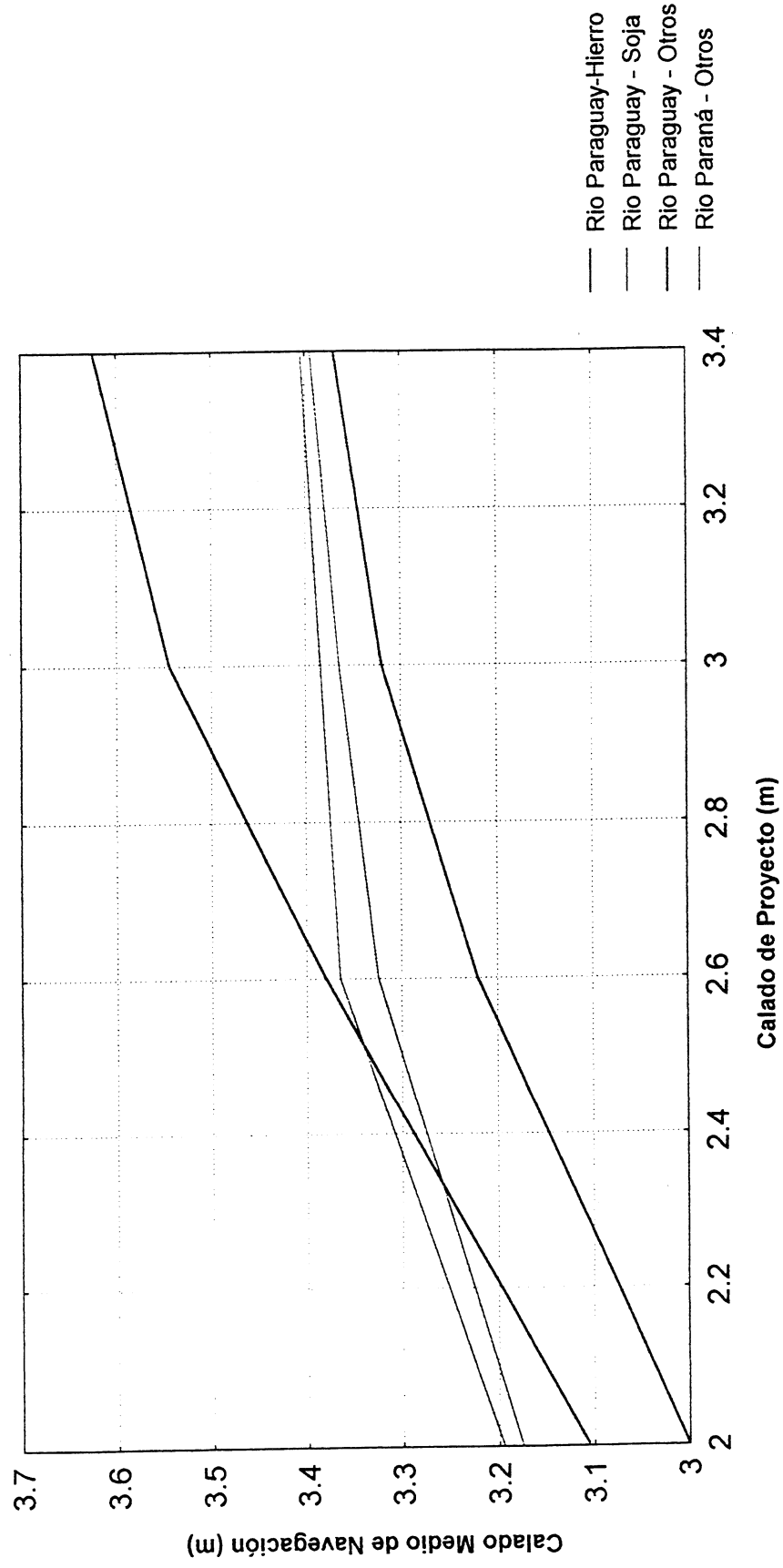
Un análisis similar al precedentemente descrito ha sido realizado para el Tramo Corumbá-Cáceres, el cual, sin embargo, por su relación con los análisis económicos de ese tramo, se presenta en el punto 6.7.

6.6.1.3 Cálculo de los beneficios

a. Ahorros en el costo de transporte de tráfico normal

Tráfico normal es que existirá en la situación “sin proyecto” de los análisis de flujos de transporte del ítem 3.3, es decir con la demanda no generada por las mejoras. Las proyecciones presentadas en el punto 3.3 corresponden a flujos globales no discriminados por medio de transporte. En base a los costos de cada modo, se calcula la división de dichos flujos globales entre cada uno de ellos.

Figura 6.6.4
Calado Medio De Navegación



Curvas de Duración de Calados Disponibles (Período 1941/1993)

Tramo Asunción - Corumbá

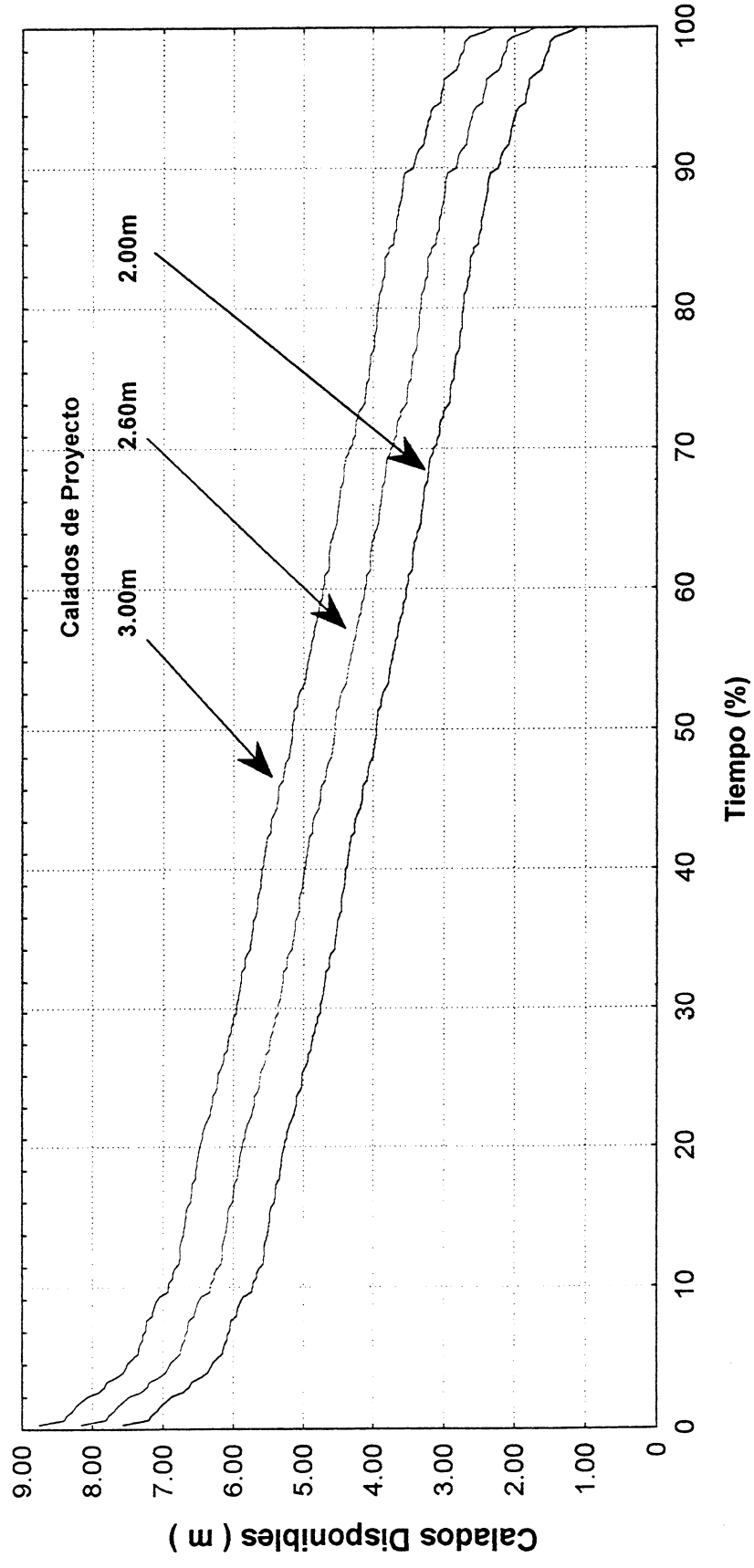


Figura 6.6.5

En el caso de productos para los cuáles existe sólo la opción fluvial de transporte, el ahorro está generado por la reducción en el costo unitario de transporte. Este sería el caso de productos como minerales de hierro y petróleo, que no tienen la posibilidad de ser transportados por camión o ferrocarril entre los pares origen-destino incluidos en las proyecciones de demanda.

En el caso de productos que tienen opciones entre los tres modos, como la soja, se efectúa el cálculo del ahorro que surge de comparar el costo total de transporte para cada OD para todos los tres modos. Para el segmento de la demanda que permanece en el modo fluvial, los ahorros derivan de la reducción en el costo de transporte por barcaza producida por las mejoras. Dado que los costos reducidos de transporte fluvial pueden afectar a la división modal, una parte del ahorro emana de la comparación del costo de transporte fluvial con mejoras con el de los otros medios.

b. Valor de la garantía de navegación

En el caso del transporte de soja, la época de cosecha corresponde, aproximadamente, con la estación de aguas altas.

En cambio, en el caso del mineral de hierro, un producto sin estacionalidad, se requiere navegación virtualmente continua para poder hacer llegar el volumen anual a sus destinos finales. En este caso, la condición “mínima” fijada (calado de 2,0 m) podría significar una interrupción de navegación que amenazaría la capacidad de los productores de hierro a firmar contratos de largo plazo con sus clientes y hacer inversiones en la capacidad productiva.

La situación de no poder garantizar navegación por un tiempo que fue estimado en seis meses, produce un costo que debe tomarse en cuenta en la comparación con alternativas en las cuales no se corre este riesgo. En el presente análisis se ha adoptado una metodología de mínima de estimar el valor de efectivamente “asegurar” el transporte de la demanda total. Se estima el costo financiero de dejar en inventario la cantidad necesaria por el plazo apropiado de los productos que estarían expuestos al riesgo. Se calculó dicho costo multiplicando el valor de la mercancía por el costo de capital anual por el tiempo durante cada año que se mantendría como inventario. Cabe enfatizar que este método no necesariamente representa el costo que realmente será incurrido, sino una aproximación conservadora del valor del riesgo.

c. Beneficios de flujos generado

Las proyecciones de los flujos de transporte incluyen un segmento condicionado a la realización de ahorros en los costos hidroviarios. En las hipótesis media y alta, se considera un flujo importante del mineral de

hierro que podría exportarse al mercado estadounidense si se logran costos de transporte hidroviario menores que U\$S 9,00 por tonelada. También en el caso de la soja proveniente de Mato Grosso y Bolivia se han estimado ciertos aumentos de tráfico generados por la existencia de la Hidrovía.

Los beneficios correspondientes al tráfico generado se estiman como “excedentes al consumidor”, computados mediante un procedimiento específico.

6.6.1.4 Optimización del ancho y profundidad de los canales de navegación

En la Tabla 6.6.1 se volcaron los resultados de una serie de corridas de la evaluación económica variando las configuraciones del convoy en los tramos Santa Fe - Asunción y Asunción-Corumbá, y por lo tanto el ancho del canal, manteniendo el calado de diseño de 2,0 metros (profundidad dragada de 2,6 m) en ambos tramos.

Cada una de las alternativas está identificada por un código que representa las alternativas de proyecto identificadas en la sección 3, para los dos tramos de la Hidrovía en los cuales se están considerando mejoramientos en esta fase del estudio. Por ejemplo, para la primera alternativa después del caso base, el código E0B0 significa que los canales del tramo Santa Fe-Asunción tienen un ancho de 90 m. que permite la navegación de convoyes de 4x4 (E) y un calado de 2.0 m (0), mientras que los del tramo Asunción-Corumbá tiene un ancho de 65 m, permitiendo la navegación de convoyes de 3x4 (B) con el mismo calado (0).

La primera sección de la tabla presenta las características descriptivas de cada alternativa. En la sección siguiente se encuentran los costos de obras de dragado y ayudas de navegación para el año de apertura y los de mantenimiento anual de los mismos conceptos. Los costos están expresados en precios corrientes de mercado, pero fueron ajustados, a efectos del cálculo (interno del modelo) de análisis económico, para reflejar precios de cuenta, y producir los índices de rentabilidad económica utilizados como criterio de optimización.

Los beneficios de cada alternativa están calculados en base al flujo de ahorros en el costo de transporte que producen las condiciones de navegación mejoradas, en el período 1997-2020.

Los resultados de la evaluación de los flujos de beneficios y costos entre 1997 y 2020 están presentados en la siguiente sección en términos de la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN) con una tasa de descuento de 12%. La primera serie de resultados corresponde a los flujos monetarios “totales”, o sea la inversión total en obras de dragado y ayudas a la navegación. Los costos y beneficios están calculados al comparar la

TABLA 6.6.1
HIDROVIA PARANA-PARAGUAY
Resultados del Análisis Económico

	Caso Base	Alternativa			
		E0B0	E0C0	E0E0	F0F0
Convoy de diseño					
Santa Fe-Asunción	4x4	4x4	4x4	4x4	4x5
Asunción-Corumbá	3x4	3x4	3x5	4x4	4x5
Calado de diseño (m.)					
Santa Fe-Asunción	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Asunción-Corumbá	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Horas diarias de navegación	18	22	22	22	22
Escenario de Flujos de Carga	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Inversión Inicial en precios de mercado (us\$ miles)					
Dragado de apertura	29.944	29.944	32.669	38.187	42.146
Ayudas a la Navegación	-	7.264	7.264	7.264	7.264
Total	29.944	37.208	39.933	45.451	49.409
Costos Anuales de mantenimiento en precios de mercado (us\$ miles)					
Dragado	6.618	6.618	6.853	7.422	7.605
Ayudas a la Navegación	-	3.888	3.888	3.888	3.888
Total	6.618	10.506	10.741	11.310	11.493
Flujos de carga (miles de toneladas)					
1997	6.138	6.298	6.306	6.306	6.306
2020	14.275	14.332	14.332	14.332	14.332
Flujos de hierro generados (miles de toneladas)					
1997	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-
Ahorros costos totales comparados con el Caso Base (us\$ miles)					
1997		6.152	6.224	7.175	7.175
2020		14.366	14.455	17.510	17.510
Otros Beneficios totales comparados con el Caso Base (us\$ miles)					
1997		0	0	0	0
2020		0	0	0	0
Resultados de la inversión total (comparado con el Caso Base)					
Tasa Interna de Retorno		58%	43%	35%	28%
Valor Actual Neto @ 12%		30.956	28.010	31.447	27.406
Resultados de la inversión en obras de dragado (comparado con la alternativa E0B0)					
Tasa Interna de Retorno			#NÚM!	13%	8%
Valor Actual Neto @ 12%			(2.946)	491	(3.549)
Resultados de las inversiones incrementales (comparado con la alternativa anterior)					
Tasa Interna de Retorno		58%	#NÚM!	19%	#NÚM!
Valor Actual Neto @ 12%		30.956	(2.946)	3.437	(4.041)
Calado medio por producto					
Hierro (Río Paraguay)	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11
Soja (Río Paraguay)	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17
Otros (Río Paraguay)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Otros (Río Paraná)	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19
Meses de navegación anual					
Río Paraná	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Río Paraguay	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Costo unit. de mercado de transporte hidroviario (us\$/ton)					
Corumbá-Nueva Palmira (soja)	16,75	14,41	15,01	16,12	19,13
G. Curvo-V. Constitución (hierro)	11,19	9,60	9,98	11,58	13,47
Rosario-Asunción (trigo)	8,32	7,38	7,38	8,17	8,88

situación de cada alternativa con el Caso Base. De la segunda serie se desprende la rentabilidad de sólo la inversión en obras de dragado de cada alternativa, comparando cada una de ellas con la segunda, E0B0. La última serie de resultados corresponde a los flujos monetarios incrementales, los cuales son definidos por la diferencia entre cada alternativa y la anterior.

La siguiente sección resume los calados medios para algunos productos clave, para dar una indicación del efecto neto de las obras en los costos de transporte y los consecuentes ahorros que sirven de fuente de beneficios.

Finalmente, para dar una indicación de los efectos de los mejoramientos de cada alternativa para los usuarios, se presentan los costos por tonelada de transporte hidroviario para ciertos productos entre pares de puertos clave. Los mismos están expresados en precios de mercado y cubren solamente el viaje ida y vuelta entre los puertos, pero no los costos de operaciones portuarias.

La primera conclusión indica que la inversión en ayudas de navegación es de elevada economicidad.

La segunda conclusión es que no se justifica la formación 3x5, cuyos mayores costos surgen de las mayores necesidades de desmembramiento en varios sectores con curvas cerradas.

Para la alternativa E0B0, el incremento de ancho del canal a los 90 m., permitiendo la navegación de convoyes de 4x4 no sólo en el Río Paraná sino también en el Paraguay, produce un grado de rentabilidad aceptable para la inversión en obras de dragado adicionales al Caso Base.

En consecuencia, de la tabla 6.6.1 puede concluirse que la mejor opción de ancho de canal es la que prevé la navegación de convoyes 4x4 en todo el Tramo Santa Fe-Corumbá.

En la tabla 6.6.2 se presentan los resultados de una corrida del modelo de análisis económico, variando el calado de proyecto entre 2,0 m y 3,4 m. mientras se mantienen los mismos convoyes de proyecto en los dos tramos (3x4 aguas arriba de Asunción, 4x4 aguas abajo).

La alternativa E1B1 comprende un incremento importante en el costo de dragado, tanto de apertura (US\$ 57,8 millones versus US\$ 29,9 millones para el caso base) como de mantenimiento anual (US\$ 11,9 millones versus US\$ 6,6 millones). Por otra parte, los beneficios suben abruptamente a valores más que suficientes para justificar los costos mayores. El costo de transporte de soja entre Corumbá y Nueva Palmira baja de US\$ 14,41 a US\$ 13,84 por tonelada, mientras el de mineral de hierro entre Gregorio Curvo y Villa Constitución baja de US\$ 9,60 a

TABLA 6.6.2
HIDROVIA PARANA-PARAGUAY
Resultados del Análisis Económico

	Caso Base	Alternativa			
		E0B0	E1B1	E2B2	E3B3
Convoy de diseño					
Santa Fe-Asunción	4x4	4x4	4x4	4x4	4x4
Asunción-Corumbá	3x4	3x4	3x4	3x4	3x4
Calado de diseño (m.)					
Santa Fe-Asunción	2,0	2,0	2,6	3,0	3,4
Asunción-Corumbá	2,0	2,0	2,6	3,0	3,4
Horas diarias de navegación	18	22	22	22	22
Escenario de Flujos de Carga	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Inversión Inicial en precios de mercado (us\$ miles)					
Dragado de apertura	29.944	29.944	57.844	77.052	94.520
Ayudas a la Navegación	-	7.264	7.264	7.264	7.264
Total	29.944	37.208	65.108	84.316	101.784
Costos Anuales de mantenimiento en precios de mercado (us\$ miles)					
Dragado	6.618	6.618	11.391	15.173	19.952
Ayudas a la Navegación	-	3.888	3.888	3.888	3.888
Total	6.618	10.506	15.279	19.060	23.840
Flujos de carga (miles de toneladas)					
1997	6.138	6.298	7.325	7.332	7.335
2020	14.275	14.332	17.413	17.415	17.415
Flujos de hierro generados (miles de toneladas)					
1997	-	-	1.000	1.000	1.000
2020	-	-	3.072	3.072	3.072
Ahorros costos totales comparados con el Caso Base (us\$ miles)					
1997		6.152	9.690	10.217	10.447
2020		14.366	23.897	25.345	25.992
Otros Beneficios totales comparados con el Caso Base (u\$s miles)					
1997		0	2877	3010	3074
2020		0	8838	9246	9441
Resultados de la inversión total (comparado con el Caso Base)					
Tasa Interna de Retorno		58%	27%	16%	8%
Valor Actual Neto @ 12%		30.956	46.196	16.329	(21.750)
Resultados de la inversión en obras de dragado (comparado con la alternativa E0B0)					
Tasa Interna de Retorno			19%	8%	0%
Valor Actual Neto @ 12%			15.240	(14.627)	(52.705)
Resultados de las inversiones incrementales (comparado con la alternativa anterior)					
Tasa Interna de Retorno		58%	19%	<0%	<0%
Valor Actual Neto @ 12%		30.956	15.240	(29.867)	(38.079)
Calado medio por producto					
Hierro (Río Paraguay)	3,11	3,11	3,38	3,55	3,63
Soja (Río Paraguay)	3,17	3,17	3,32	3,37	3,39
Otros (Río Paraguay)	3,00	3,00	3,22	3,31	3,37
Otros (Río Paraná)	3,19	3,19	3,36	3,39	3,40
Meses de navegación anual					
Río Paraná	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Río Paraguay	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Costo unit. de mercado de transporte hidroviario (us\$/ton)					
Corumbá-Nueva Palmira (soja)	16,75	14,41	13,84	13,69	13,62
G. Curvo-V. Constitución (hierro)	11,19	9,60	7,60	7,33	7,19
Rosario-Asunción (trigo)	8,32	7,38	7,13	7,09	7,08

Inversión Inicial en precios económicos (us\$ miles)					
Dragado	25183	25183	48647	64801	79491
Ayudas Navegación	0	6109	6109	6109	6109
Total	25183	31292	54756	70910	85600
Costos Anuales en precios económicos (us\$ miles)					
Dragado	5566	5566	9580	12760	16780
Ayudas Navegación	0	3270	3270	3270	3270
Total	5566	8835	12849	16030	20049

U\$S 7,60. Dichos ahorros producen beneficios del orden de U\$S 9,7 millones en el año 1997 comparado con el Caso Base. Los mismos se explican por los aumentos de los calados medios de navegación causados por el aumento de 0,60 m de la profundidad de dragado (0,27 m. de calado en el caso de mineral de hierro y 0,15 m. para la soja).

Las alternativas de calados mayores, de 3,0 y 3,4 metros, en cambio, ofrecen índices de rentabilidad inferiores, explicados por los altos incrementos en el costo de obra comparado con los ahorros en el costo de transporte cada vez menores, en la medida que los aumentos de calados medios disminuyen (ver Figura 6.6.4). Se puede concluir por esos resultados que las alternativas de estos calados de proyecto no son factibles.

La tabla 6.6.3 presenta los resultados del análisis económico de las mismas variaciones de calado para la alternativa de ancho que permite la navegación de convoyes de 4x4 en la Hidrovía desde Corumbá a Santa Fe. La alternativa de 2,6 m (E1E1) otra vez resulta rentable comparada con el caso base, con TIR y VAN incrementales de 13% y U\$S 2,9 millones, respectivamente. El VAN de la inversión total comparado con el Caso Base es de U\$S 33,8 millones con una TIR de 20% en total. Como era de esperarse, las alternativas de calado más profundo, E2E2 y E3E3, no son rentables.

Se realizó también un análisis (Tabla 6.6.4) que considera 2,6 m. de calado en el tramo Corumbá-Asunción y 3,0 m. de calado en el tramo Asunción-Santa Fe (Alternativa E2E1). La alternativa de 2,60 m. en ambos tramos sigue ofreciendo la mayor TIR para las inversiones en obras de dragado (no incluyendo ayudas a la navegación). El análisis de estos resultados, mostraría que la profundidad de dragado óptima para la Hidrovía considerada en su conjunto desde Santa Fe hasta Corumbá, sería de 3,20 m (2,60 m. de calado garantizado), para todo su recorrido. Sin embargo, para la alternativa de una mayor profundización en el Tramo Asunción-Santa Fe, 3,60 m. (3,0 m. de calado) si bien no arroja una TIR incremental positiva, presenta sí una TIR total alta del 17%, y podría contemplar la posibilidad de una mayor garantía para los buques portacontenedores que navegan con 12 pies. Además, en los acuerdos de dragado celebrados entre Argentina y Paraguay se encuentra establecido el dragado a 10 pies (3,05 m).

En consecuencia, puede concluirse que las dimensiones de canal que deberían ser adoptadas en el Tramo Santa Fe-Corumbá de la Hidrovía, son las que se indican en el siguiente cuadro:

Resumen de la Alternativa Recomendada (E2E1)

Tramo	Tipo de convoy	Ancho del canal	Calado	Profundidad
Asunción-Sta Fe	4x4	90 m.	3,0 m.	3,6 m.
Corumbá-Asunción	4x4	90 m.	2,6 m.	3,2 m.

Cabe recordar, por último, que los análisis presentados solo consideran los beneficios *incrementales en relación al Caso Base*, y que, incluyendo los substanciales beneficios de este último, correspondientes a los perjuicios evitados por un posible colapso de la navegación, los beneficios *totales* de las obras de navegación son en realidad mucho mayores. Agregando los beneficios del Caso Base, se llega en la alternativa E2E1 a un VAN total de U\$S 120 millones. Cabe recordar que los beneficios del caso base solamente incluyen los perjuicios evitados de transporte, y no los que surgen de evitar otras pérdidas económicas.

6.6.2 Análisis de Evaluación Financiera

El principal objetivo de la evaluación financiera es la identificación de una serie de opciones alternativas de financiamiento para servir de guía al Comité Intergubernamental de la Hidrovía en la definición de una política fiscal apropiada, teniendo en cuenta las posibles contribuciones de los usuarios y sus consecuencias sobre la demanda de transporte.

Los beneficiarios de los mejoramientos considerados en el presente estudio se dividen en dos grupos principales: (1) los usuarios de la Hidrovía, quienes se benefician directamente, y (2) la sociedad en general en la región, beneficiada indirectamente por los efectos del mejoramiento de un elemento importante del sistema de transporte.

Existen varios mecanismos de cobrar al usuario por su utilización del servicio de transporte proporcionado. Una opción es que el usuario pague una tarifa directa en función a su utilización, la que en el caso de la Hidrovía sería medida por las toneladas transportadas, las toneladas-km (TKU) o alguna variante de los mismos combinados con el calado realmente utilizado.

Otra es que el usuario pague indirectamente una contribución, como por ejemplo, mediante tarifas aplicadas a los armadores por el derecho de navegar en la vía. Otra sería que los usuarios se organicen para contratar o pagar directamente la realización de la obra. Existen varias formas de implementar un sistema de recolectar las contribuciones de los usuarios indirectamente. De todos modos, el efecto neto es el mismo: el usuario paga un determinado valor por su aprovechamiento del mejoramiento.

Para la consideración de esquemas de financiamiento en los cuales los usuarios contribuyen, no se enfoca en el mecanismo sino el valor de la contribución en términos de utilización de la vía, o sea TKU. Cabe enfatizar

TABLA 6.6.3
HIDROVIA PARANA-PARAGUAY
Resultados del Análisis Económico

	Caso Base	Alternativa			
		E0B0	E1E1	E2E2	E3E3
Convoy de diseño					
Santa Fe-Asunción	4x4	4x4	4x4	4x4	4x4
Asunción-Corumbá	3x4	3x4	4x4	4x4	4x4
Calado de diseño (m.)					
Santa Fe-Asunción	2,0	2,0	2,6	3,0	3,4
Asunción-Corumbá	2,0	2,0	2,6	3,0	3,4
Horas diarias de navegación	18	22	22	22	22
Escenario de Flujos de Carga	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Inversión Inicial en precios de mercado (us\$ miles)					
Dragado de apertura	29.944	29.944	75.395	98.346	121.710
Ayudas a la Navegación	-	7.264	7.264	7.264	7.264
Total	29.944	37.208	82.659	105.610	128.974
Costos Anuales de mantenimiento en precios de mercado (us\$ miles)					
Dragado	6.618	6.618	13.128	18.469	23.229
Ayudas a la Navegación	-	3.888	3.888	3.888	3.888
Total	6.618	10.506	17.016	22.357	27.117
Flujos de carga (miles de toneladas)					
1997	6.138	6.298	7.347	7.352	7.353
2020	14.275	14.332	17.414	17.415	17.415
Flujos de hierro generados (miles de toneladas)					
1997	-	-	1.000	1.000	1.000
2020	-	-	3.072	3.072	3.072
Ahorros costos totales comparados con el Caso Base (us\$ miles)					
1997		6.152	10.507	10.993	11.202
2020		14.366	26.414	27.736	28.323
Otros Beneficios totales comparados con el Caso Base (u\$s miles)					
1997		0	3053	3174	3232
2020		0	9379	9749	9926
Resultados de la inversión total (comparado con el Caso Base)					
Tasa Interna de Retorno		58%	20%	11%	5%
Valor Actual Neto @ 12%		30.956	33.828	(8.526)	(51.195)
Resultados de la inversión en obras de dragado (comparado con la alternativa E0B0)					
Tasa Interna de Retorno			13%	4%	<0%
Valor Actual Neto @ 12%			2.873	(39.482)	(82.150)
Resultados de las inversiones incrementales (comparado con la alternativa anterior)					
Tasa Interna de Retorno		58%	13%	<0%	<0%
Valor Actual Neto @ 12%		30.956	2.873	(42.354)	(42.669)
Calado medio por producto					
Hierro (Río Paraguay)	3,11	3,11	3,38	3,55	3,63
Soja (Río Paraguay)	3,17	3,17	3,32	3,37	3,39
Otros (Río Paraguay)	3,00	3,00	3,22	3,31	3,37
Otros (Río Paraná)	3,19	3,19	3,36	3,39	3,40
Meses de navegación anual					
Río Paraná	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Río Paraguay	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Costo unit. de mercado de transporte hidroviario (us\$/ton)					
Corumbá-Nueva Palmira (soja)	16,75	14,41	12,96	12,83	12,76
G. Curvo-V. Constitución (hierro)	11,19	9,60	7,21	6,96	6,84
Rosario-Asunción (trigo)	8,32	7,38	7,13	7,09	7,08

TABLA 6.6.4
HIDROVIA PARANA-PARAGUAY
Resultados del Análisis Económico

	Caso Base	Alternativa			
		E0B0	E0E0	E1E1	E2E1
Convoy de diseño					
Santa Fe-Asunción	4x4	4x4	4x4	4x4	4x4
Asunción-Corumbá	3x4	3x4	4x4	4x4	4x4
Calado de diseño (m.)					
Santa Fe-Asunción	2,0	2,0	2,0	2,6	3,0
Asunción-Corumbá	2,0	2,0	2,0	2,6	2,6
Horas diarias de navegación	18	22	22	22	22
Escenario de Flujos de Carga	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Inversión Inicial en precios de mercado (us\$ miles)					
Dragado de apertura	29.944	29.944	38.187	75.395	79.225
Ayudas a la Navegación	-	7.264	7.264	7.264	7.264
Total	29.944	37.208	45.451	82.659	86.489
Costos Anuales de mantenimiento en precios de mercado (us\$ miles)					
Dragado	6.618	6.618	7.422	13.128	14.296
Ayudas a la Navegación	-	3.888	3.888	3.888	3.888
Total	6.618	10.506	11.310	17.016	18.184
Flujos de carga (miles de toneladas)					
1997	6.138	6.298	6.320	7.347	7.349
2020	14.275	14.332	14.332	17.414	17.415
Flujos de hierro generados (miles de toneladas)					
1997	-	-	-	1.000	1.000
2020	-	-	-	3.072	3.072
Ahorros costos totales comparados con el Caso Base (us\$ miles)					
1997		6.152	7.182	10.507	10.584
2020		14.366	17.518	26.414	26.565
Otros Beneficios totales comparados con el Caso Base (u\$s miles)					
1997		0	0	3053	3053
2020		0	0	9379	9379
Resultados de la inversión total (comparado con el Caso Base)					
Tasa Interna de Retorno		58%	35%	20%	17%
Valor Actual Neto @ 12%		30.956	31.493	33.828	24.828
Resultados de la inversión en obras de dragado (comparado con la alternativa E0B0)					
Tasa Interna de Retorno				13%	10%
Valor Actual Neto @ 12%			538	2.873	(6.128)
Resultados de las inversiones incrementales (comparado con la alternativa anterior)					
Tasa Interna de Retorno		58%	13%	13%	#NÚM!
Valor Actual Neto @ 12%		30.956	538	2.335	(9.000)
Calado medio por producto					
Hierro (Río Paraguay)	3,11	3,11	3,11	3,38	3,38
Soja (Río Paraguay)	3,17	3,17	3,17	3,32	3,32
Otros (Río Paraguay)	3,00	3,00	3,00	3,22	3,22
Otros (Río Paraná)	3,19	3,19	3,19	3,36	3,39
Meses de navegación anual					
Río Paraná	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Río Paraguay	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Costo unit. de mercado de transporte hidroviario (us\$/ton)					
Corumbá-Nueva Palmira (soja)	16,75	14,41	13,46	12,96	12,96
G. Curvo-V. Constitución (hierro)	11,19	9,60	9,06	7,21	7,21
Rosario-Asunción (trigo)	8,32	7,38	7,38	7,13	7,09

que los cobros a los usuarios analizados no son necesariamente tarifas directas, y podrán asumir cualquier forma en la práctica.

Por otra parte, el responsable de abogar y representar los intereses de la sociedad es el Gobierno. En el caso de la Hidrovía están involucrados 5 Gobiernos Nacionales que se encargan del programa de mejoramientos y operación de la vía que afecta la vida económica, social y ambiental de sus países. La razón principal para justificar la responsabilidad de los Gobiernos en el financiamiento de las obras es que sistemas de infraestructura de la envergadura de vías navegables no se realizarían sin la organización, planificación y control del estado. Sin la intervención de los Gobiernos no se realizarían las obras y la economía no contaría con un elemento clave que permita aprovechar mejor los recursos económicos. Específicamente en el caso de la Hidrovía, varias industrias en la región dependen de la misma para hacer factibles sus actividades.

Se examinaron 4 esquemas de financiamiento para la alternativa recomendada:

1. Los usuarios pagan todo. Un extremo del rango de posibilidades.
2. Los Gobiernos pagan todo. El otro extremo del rango de posibilidades.
3. Los Gobiernos pagan la inversión inicial y los usuarios pagan el mantenimiento. Este esquema es típico para inversiones en otros medios de transporte, como aeropuertos, carreteras y ferrocarriles, y apropiada dado que la Hidrovía está en competencia con los otros modos.
4. Los Gobiernos pagan el costo del Caso Base y los usuarios pagan el costo de incrementos adicionales. Similar en concepto al punto anterior. Supone que corresponde a los Gobiernos proporcionar las condiciones mínimas de navegación.

En las Tablas 6.6.5, 6.6.6, 6.6.7 y 6.6.8 se muestran los efectos de los cobros a los usuarios sobre los costos por tonelada entre diversos pares de puerto principales.

Se puede verificar que el efecto del pago total por parte de los usuarios es considerable, y seguramente redundaría en una retracción de la demanda, que, por su vez, haría que los pagos deban aumentar aún más. El costo de transporte de mineral de hierro, por ejemplo, sube de U\$S 7.21 a U\$S 11.09 por tonelada, perjudicando la posibilidad de generar nuevos flujos, por exceder el límite de U\$S 9.00.

Se examinó este caso con el modelo de división modal, agregando los costos señalados a los costos de transporte (fletes). El resultado se consigna en la tabla 6.6.9. Entre el caso A (sin cobro) y el C (cobro total a los usuarios) hay una reducción de tráfico del orden de 16 % (1997) a 18 % (2020). En el caso B (inversión inicial por cuenta de los Gobiernos, costos de mantenimiento a

Tabla 6.6.5
Efecto de Cobros a los Usuarios sobre los costos por tonelada entre pares de puertos
 Costos en us\$ en términos financieros

<u>Suposición</u>	<u>Paraná</u>	<u>Paraguay</u>
Convo de diseño	4x4	4x4
Ancho del Canal (m.)	90	90
Calado de diseño (m.)	3,0	2,6
Horas de navegación	22	22
Demanda Media		
Escenario de Financiamiento:	Usuarios Pagan Todo	

Port ID	Puerto de Origen	Puerto de Destino	Tipo de Carga	0,00082		0,00162		0,00353		0,00167		0,242	Flete Actual Simulado (us\$/ton)	Costo de alternativa sin Cobro	Cobro Usuario por Tramo (us\$/ton)							Costo de alternativa con Cobro	Diferencia respecto al Costo Actual
				Seg2a	Seg2b	Seg3a	Seg3b	Tam	Seg2a	Seg2b	Seg3a				Seg3b	Tam	Total						
1	Corumbá	N. Palmira	Grain	658	380	570	562	0	21,76	12,96	0,54	0,62	2,01	0,94	0,00	4,11	17,07	4,69					
2	P. Quijarro	N. Palmira	Grain	658	380	570	562	12	21,83	13,01	0,84	0,62	2,01	0,94	2,90	7,01	20,02	1,81					
3	Greg. Curvo	Barranqueras	Minerals	52	380	570	425	0	9,98	4,83	0,04	0,62	2,01	0,71	0,00	3,38	8,21	1,77					
4	Greg. Curvo	San Nicolas	Minerals	658	380	570	425	0	14,11	7,26	0,54	0,62	2,01	0,71	0,00	3,88	11,13	2,97					
5	Concepción	N. Palmira	Grain	658	380	310	0	0	15,82	9,60	0,54	0,62	1,09	0,00	0,00	2,25	11,85	3,97					
6	Greg. Curvo	Villa Hayes	Minerals	0	0	544	425	0	6,05	3,51	0,00	0,00	1,92	0,71	0,00	2,63	6,14	-0,09					
7	Concepción	Rosario	Grain	658	380	310	0	0	14,54	8,64	0,54	0,62	1,09	0,00	0,00	2,25	10,89	3,65					
8	Zarate	Asunción	Petroleum	658	380	0	0	0	7,52	6,12	0,54	0,62	0,00	0,00	0,00	1,16	7,28	0,24					
9	Rosario	Asunción	Grain	658	380	0	0	0	10,25	7,09	0,54	0,62	0,00	0,00	0,00	1,16	8,24	2,01					
10	Vallmi	Villela	Clinker	0	40	532	0	0	4,94	2,76	0,00	0,06	1,88	0,00	0,00	1,94	4,71	0,14					
11	Cáceres	N. Palmira	Grain	658	380	570	562	0	48,18	43,49	0,54	0,62	2,01	0,94	0,00	4,11	47,60	0,58					
12	Barranqueras	Buenos Aires	Grain	606	0	0	0	0	8,88	6,47	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	6,97	1,91					
13	Cáceres	Corumbá	Grain	0	0	0	0	0	22,06	21,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,77	0,30					
14	Fomosa	Asunción	Petroleum	0	142	0	0	0	1,58	1,45	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,23	1,68	-0,10					
15	P. Murlinho	N. Palmira	Grain	658	380	570	32	0	18,91	11,35	0,54	0,62	2,01	0,05	0,00	3,22	14,57	4,34					
16	Asunción	N. Palmira	Grain	658	380	0	0	0	11,32	8,21	0,54	0,62	0,00	0,00	0,00	1,16	9,36	1,96					
17	Greg. Curvo	N. Palmira	Minerals	658	380	570	425	0	15,15	7,87	0,54	0,62	2,01	0,71	0,00	3,88	11,75	3,40					
18	Greg. Curvo	V. Constitución	Minerals	658	380	570	425	0	14,03	7,21	0,54	0,62	2,01	0,71	0,00	3,88	11,09	2,94					
19	Barranqueras	Rosario	Grain	606	0	0	0	0	7,83	5,35	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	5,85	1,98					
20	Reconquista	San Lorenzo	Grain	356	0	0	0	0	6,06	3,96	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	4,26	1,80					

Tabla 6.6.7
Efecto de Cobros a los Usuarios sobre los costos por tonelada entre pares de puertos
 Costos en us\$ en términos financieros

Suposición Paraná Paraguay
 Convoy de diseño 4x4 4x4
 Ancho del Canal (m.) 90 90
 Calado de diseño (m.) 3,0 2,6
 Horas de navegación 22 22
 Demanda Media

Escenario de Financiamiento: Gobiernos Pagan la Inversión Inicial

Port ID	Puerto de Origen	Puerto de Destino	Tipo de Carga	0,00068		0,00118		0,00186		0,00116		0,165		Flete Actual Simulado (us\$/ton)	Costo de alternativa sin Cobro	Cobro Usuario por Tramo (us\$/ton)						Costo de alternativa con Cobro	Diferencia respecto al Costo Actual		
				Longitud de cada tramo (km)		Longitud de cada tramo (km)		Longitud de cada tramo (km)		Longitud de cada tramo (km)		Longitud de cada tramo (km)				Longitud de cada tramo (km)		Longitud de cada tramo (km)		Longitud de cada tramo (km)					
				Seg2a	Seg2b	Seg2a	Seg2b	Seg3a	Seg3b	Seg3a	Seg3b	Seg3a	Seg3b			Seg3a	Seg3b	Seg3a	Seg3b	Seg3a	Seg3b			Tam	Total
				Seg2a	Seg2b	Seg3a	Seg3b	Seg3a	Seg3b	Seg3a	Seg3b	Seg3a	Seg3b			Seg3a	Seg3b	Seg3a	Seg3b	Seg3a	Seg3b			Seg3a	Seg3b
1	Corumbá	N. Palmira	Grain	658	380	570	562	0	21,76	12,96	0,45	0,45	1,06	0,65	0,00	2,61	15,57	6,19							
2	P. Quijarro	N. Palmira	Grain	658	380	570	562	12	21,83	13,01	0,45	0,45	1,06	0,65	1,98	4,59	17,60	4,23							
3	Greg. Curvo	Barranqueras	Minerals	52	380	570	425	0	9,98	4,83	0,04	0,04	1,06	0,49	0,00	2,04	6,86	3,12							
4	Greg. Curvo	San Nicolas	Minerals	658	380	570	425	0	14,11	7,26	0,45	0,45	1,06	0,49	0,00	2,45	9,71	4,40							
5	Concepción	N. Palmira	Grain	658	380	310	0	0	16,92	9,60	0,45	0,45	0,58	0,00	0,00	1,47	11,07	4,74							
6	Greg. Curvo	Villa Hayes	Minerals	0	0	544	425	0	6,05	3,51	0,00	0,00	1,01	0,49	0,00	1,50	5,02	1,04							
7	Concepción	Rosario	Grain	658	380	310	0	0	14,54	8,64	0,45	0,45	0,58	0,00	0,00	1,47	10,12	4,43							
8	Zarate	Asunción	Petroleum	658	380	0	0	0	7,52	6,12	0,45	0,45	0,00	0,00	0,00	0,90	7,02	0,50							
9	Rosario	Asunción	Grain	658	380	0	0	0	10,25	7,09	0,45	0,45	0,00	0,00	0,00	0,90	7,98	2,27							
10	Vallemi	Villela	Clinker	0	40	532	0	0	4,84	2,76	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	1,04	3,80	1,04							
11	Cáceres	N. Palmira	Grain	658	380	570	562	0	48,18	43,49	0,45	0,45	1,06	0,65	0,00	2,61	46,10	2,08							
12	Barranqueras	Buenos Aires	Grain	606	0	0	0	0	8,88	6,47	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	6,99	1,99							
13	Cáceres	Corumbá	Grain	0	0	0	0	0	22,06	21,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,77	0,30							
14	Formosa	Asunción	Petroleum	0	142	0	0	0	1,58	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	1,62	-0,04							
15	P. Murlinho	N. Palmira	Grain	658	380	570	32	0	18,91	11,35	0,45	0,45	1,06	0,04	0,00	1,99	13,34	5,67							
16	Asunción	N. Palmira	Grain	658	380	0	0	0	11,32	8,21	0,45	0,45	0,00	0,00	0,00	0,90	9,10	2,22							
17	Greg. Curvo	N. Palmira	Minerals	658	380	570	425	0	15,15	7,87	0,45	0,45	1,06	0,49	0,00	2,45	10,32	4,83							
18	Greg. Curvo	V. Constitución	Minerals	658	380	570	425	0	14,03	7,21	0,45	0,45	1,06	0,49	0,00	2,45	9,66	4,37							
19	Barranqueras	Rosario	Grain	606	0	0	0	0	7,83	5,35	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	5,76	2,07							
20	Reconquista	San Lorenzo	Grain	356	0	0	0	0	6,06	3,96	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	4,21	1,85							

TABLA 6.6.9
HIDROVIA PARANA-PARAGUAY
Resultados del Análisis Económico

	Caso Base	Alternativa			
		E0B0	E2E1 (A)	E2E1 (B)	E2E1 (C)
Convoy de diseño					
Santa Fe-Asunción	4x4	4x4	4x4	4x4	4x4
Asunción-Corumbá	3x4	3x4	4x4	4x4	4x4
Calado de diseño (m.)					
Santa Fe-Asunción	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0
Asunción-Corumbá	2,0	2,0	2,6	2,6	2,6
Horas diarias de navegación	18	22	22	22	22
Escenario de Flujos de Carga	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Inversión Inicial en precios de mercado (us\$ miles)					
Dragado de apertura	29.944	29.944	79.225	79.225	79.225
Ayudas a la Navegación	-	7.264	7.264	7.264	7.264
Total	29.944	37.208	86.489	86.489	86.489
Costos Anuales de mantenimiento en precios de mercado (us\$ miles)					
Dragado	6.618	6.618	14.296	14.296	14.296
Ayudas a la Navegación	-	3.888	3.888	3.888	3.888
Total	6.618	10.506	18.184	18.184	18.184
Flujos de carga (miles de toneladas)					
1997	6.138	6.298	7.349	6.212	6.160
2020	14.275	14.332	17.415	14.304	14.288
Ahorros costos totales comparados con el Caso Base (us\$ miles)					
1997		6.152	10.584	10.181	10.007
2020		14.366	26.565	26.365	26.294
Otros Beneficios totales comparados con el Caso Base (us\$ miles)					
1997		0	3053	1167	1167
2020		0	9379	3583	3583
Resultados de la inversión total (comparado con el Caso Base)					
Tasa Interna de Retorno		58%	17%	13%	13%
Valor Actual Neto @ 12%		30.956	24.828	3.641	2.775
Resultados de la inversión en obras de dragado (comparado con la alternativa E0B0)					
Tasa Interna de Retorno			10%	4%	4%
Valor Actual Neto @ 12%			(6.128)	(27.314)	(28.180)
Resultados de las inversiones incrementales (comparado con la alternativa anterior)					
Tasa Interna de Retorno		58%	10%	<0%	<0%
Valor Actual Neto @ 12%		30.956	(6.128)	(21.187)	(866)
Calado medio por producto					
Hierro (Río Paraguay)	3,11	3,11	3,38	3,38	3,38
Soja (Río Paraguay)	3,17	3,17	3,32	3,32	3,32
Otros (Río Paraguay)	3,00	3,00	3,22	3,22	3,22
Otros (Río Paraná)	3,19	3,19	3,39	3,39	3,39
Meses de navegación anual					
Río Paraná	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Río Paraguay	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Costo unit. de mercado de transporte hidroviario (us\$/ton)					
Corumbá-Nueva Palmira (soja)	16,75	14,41	12,96	15,62	17,01
G. Curvo-V. Constitución (hierro)	11,19	9,60	7,21	9,73	11,04
Rosario-Asunción (trigo)	8,32	7,38	7,09	7,88	8,24

Leyenda: A = Usuarios no pagan costo de las obras.
 B = Gobiernos pagan costo del caso base, usuarios pagan el resto.
 C = Usuarios pagan todo el costo de las obras.

cargo de los usuarios), la reducción es prácticamente la misma, puesto que en este caso tampoco se generan flujos adicionales de mineral de hierro.

Está claro, por los valores presentados en la Tabla 6.6.9, que el pago total del costo de la Hidrovía por parte de los usuarios, sería altamente contraproducente en términos de la demanda de transporte, y de la economía del proyecto.

Buscando un valor de referencia, se encontró el Régimen Tarifario (Revisión 5) del Pliego relativo a la Vía Troncal, por el cual el precio unitario básico para el Tramo San Martín - Océano no podrá ser superior a 1,70 U\$S/TRN. Como una tonelada de registro neto corresponde aproximadamente a 2,73 m³ de capacidad de carga, y suponiendo que la mitad del recorrido de ida y vuelta se efectúe en lastre, resulta, para granos, un costo por tonelada del orden de U\$S 1,50. Claro está que esta referencia es difícilmente aplicable a la Hidrovía, pues corresponde a navíos oceánicos en un marco económico diferente.

Sin embargo, se puede admitir que recargos para cubrimiento de costos de mantenimiento de la Hidrovía que resulten en aumentos en costos de transporte que no redunden en fletes, para el transporte de minerales de hierro, superiores a U\$S 9.00 por tonelada, puedan resultar admisibles para los usuarios, sin afectar mayormente la demanda de transporte. Cabe considerar también que los costos anuales constantes de mantenimiento se van diluyendo a medida que aumentan los flujos de transporte, disminuyendo en cerca de 60% entre 1997 y 2020. Con el aumento de la carga, por lo tanto, se llegará a una situación en que los costos de mantenimiento del sistema de señalización y posteriormente el de los dragados de mantenimiento puedan ser atribuidos a los usuarios. Sobre este tema se hace referencia nuevamente en el punto 6.7, relativo al análisis financiero de la implementación de las obras en el Tramo Santa Fe-Corumbá.

Suponiendo que es de interés de los Gobiernos *establecer una política fiscal que no inhiba la demanda*, cabe buscar una solución del problema dentro de los lineamientos trazados, que serían, en resumen:

- los Gobiernos se harían cargo de las inversiones iniciales;
- convocar a reuniones con los usuarios, proponiendo alternativas para las contribuciones de estos al pago de los costos de mantenimiento de la Hidrovía, a efectos de determinar su disposición de pago y los valores respectivos;
- a partir de un determinado año en el futuro, en que el flujo de carga por la Hidrovía haya alcanzado un valor suficientemente expresivo, se comenzaría a aplicar un régimen apropiado de recaudación de

contribuciones de los usuarios, correspondientes a los costos de mantenimiento.

En el punto 8.4.2 se presentan análisis sobre este tema, basados en las inversiones resultantes de los proyectos de licitación y su análisis financiero.

6.6.3 Conclusiones y Recomendaciones

Como conclusión general del análisis económico, las dimensiones de canal que deberían ser adoptadas en el tramo Santa Fe - Corumbá de la Hidrovía, son las que se indican en el cuadro ya presentado, que se repite a seguir:

Tramo	Tipo de convoy	Ancho del canal	Calado	Profundidad
Asunción-Sta Fe	4x4	90 m.	3,0 m.	3,6 m.
Asunción-Corumbá	4x4	90 m.	2,6 m.	3,2 m.

El análisis económico de esta alternativa (E2E1) muestra que sus condiciones económicas son algo inferiores a las de la alternativa óptima. Sin embargo, importantes consideraciones prácticas, fundamentadas en la realidad actual de las operaciones navieras en la Hidrovía, llevan a considerarla como recomendable. La misma presenta un ahorro total, o VAN de U\$S 24,8 millones y una tasa de retorno interna- TIR de 17%. Se concluyó también que la introducción de mejoras al sistema de señalización de la Hidrovía constituye una medida de elevada economicidad.

Cabe considerar que los análisis presentados solo consideran los beneficios *incrementales en relación al Caso Base*, y que, incluyendo los substanciales beneficios de este último, correspondientes a los perjuicios evitados por un posible colapso de la navegación, los beneficios *totales* de las obras de navegación son en realidad mucho mayores. Agregando los beneficios del Caso Base, el VAN total pasa de U\$S 28,0 millones a U\$S 120,4 millones, computado con la tasa de 12% p.a.

En lo que se refiere a la evaluación financiera, el problema principal analizado fue el referente a posibles contribuciones de los usuarios para solventar los costos financieros de las obras de navegación. Se analizaron diversas alternativas al respecto, concluyéndose que una que considere el pago total por parte de los usuarios puede considerarse inviable, pues produciría una reducción considerable de la demanda de transporte.

Dentro de una política fiscal que no inhiba la demanda, debe considerarse una alternativa por la cual los Gobiernos se hagan cargo de las inversiones iniciales (dragados de apertura e instalación de señales de navegación). Los gastos de mantenimiento podrán ser cubiertos de forma parcial por los usuarios, llegándose a la cobertura total una vez que se alcance un flujo suficientemente expresivo de transporte hidroviario, que permita diluir los costos unitarios respectivos a valores aceptables.

En síntesis, el Consultor recomienda la alternativa de 2,6 m de calado garantizado (3,2 m de profundidad dragada) y un canal de 90 m de ancho (para permitir convoyes de 4x4) en el tramo Asunción-Corumbá, y un calado garantizado de 3,0 m (profundidad dragada 3,6 m) y ancho de canal de 90 m (convoyes de 4x4) en el Tramo Santa Fe-Asunción de la Hidrovía Paraguay-Paraná. Recomienda también la instalación de sistemas de ayuda a la navegación a efectos de que la misma pueda efectuarse 24 horas por día.

Sin embargo, el Consultor observa los siguientes condicionamientos de la alternativa recomendada:

- * los resultados de las evaluaciones económica y financiera son altamente sensibles a los flujos generados de mineral de hierro.
- * el método de financiamiento de las obras afectará la definición de las eventuales contribuciones de los usuarios, que a su vez pueden limitar la posibilidad de alcanzar la demanda de transporte hidroviario prevista, si son demasiado altos.

El Consultor recomienda que las conclusiones del presente estudio sean presentadas a una convocatoria de grupos de usuarios, a efectos de discutir las condiciones de financiamiento y pago de las obras propuestas.

Se concluye también, de forma general, que una garantía formal de los Gobiernos de los Países Miembros de la Hidrovía de ejecutar y mantener las obras que aseguren la continuidad de la navegación en la misma, se encuentra plenamente justificada por el desarrollo ya alcanzado, y previsto en el futuro, de las actividades económicas que utilizan y en buena parte dependen de esa vía de transporte, y se recomienda que esa garantía sea incluida en los acuerdos de navegación existentes.

6.6.4 Selección de la Alternativa de Proyecto

Las conclusiones y recomendaciones expuestas en el punto anterior fueron sometidas a la Unidad Coordinadora y, por intermedio de esta, al Comité Intergubernamental de la Hidrovía Paraguay-Paraná. En su XXIª reunión, realizada en Asunción los días 11 y 12 de Abril de 1996, el CIH tomó la siguiente determinación, relacionada con las recomendaciones referidas:

- “Tramo Corumbá - Asunción, de conformidad con la recomendación del Consorcio contenida en el Informe de la Tarea A8b Optimización Económica y Evaluación Financiera de las Obras de Navegación - Revisión 1 (Marzo 1996).”
- “Tramo Asunción- Santa Fe, la Firma Consultora deberá profundizar el análisis con respecto a la formación de convoyes de 4 x 5, incluyendo los

análisis técnico económico y operacionales en toda la Alternativa al Sur de Asunción.”

La ampliación de la canalización del tramo Asunción-Santa Fe para permitir el paso de convoyes de 4 x 5 barcasas “jumbo” (en lugar de la formación 4 x 4 recomendada), lo que involucra ampliar del ancho de canal en tramos rectos de 90 m a 100 m, fue analizada por los consultores, concluyéndose que:

“...no hay ahorros para la alternativa F2E1 (convoyes 4x4 en el Tramo Asunción-Corumbá y 4x5 en el Tramo Asunción- Santa Fe) en relación a los costos de transporte de la alternativa E2E1 (convoyes 4x4 en todo el Tramo Santa Fe-Corumbá), es decir, no hay beneficios incrementales. Sin embargo dado que los costos incrementales de dragado de apertura y mantenimiento son bajos, la inversión total sigue siendo rentable, con una TIR- Tasa Interna de Retorno - de 17%, comparada con la de 18% de la alternativa E2E1”.

El día 26 de abril de 1996 la Unidad Coordinadora comunicó a los Consultores la siguiente decisión del CIH tomada durante la Reunión de Jefes de Delegación y de Grupos Técnicos realizada el 23 de abril de 1996 en Asunción:

“V. ..., se aprobó la formación 4x5 en el Tramo Asunción - Nueva Palmira. Por lo tanto, en el Módulo A se deberá diseñar las obras necesarias en el Tramo mencionado”

En consecuencia, la alternativa finalmente seleccionada, y adoptada para la elaboración de los diseños finales de ingeniería, es la siguiente:

TRAMO	TIPO DE CONVOY	ANCHO DEL CANAL	CALADO	PROFUNDIDAD
ASUNCION-SANTA FE	4 x 5	100 m	3,0 m	3,6 m
CORUMBA-ASUNCION	4 x4	90 m	2,6 m	3,2 m

6.7 MEJORAS A LA NAVEGACIÓN EN EL TRAMO CORUMBÁ - CÁCERES

6.7.1 Consideraciones Generales

En esta etapa del estudio se ha tratado de investigar la factibilidad económica de la introducción de mejoramientos en las condiciones de navegabilidad del tramo entre Cáceres y Corumbá.

Actualmente la navegación por convoyes de empuje es bastante limitada sino casi inexistente en el tramo. Los problemas tales como curvas cerradas, tramos con calado insuficiente, falta de señalización nocturna y variación del

nivel de agua hacen que, sin obras que generen un canal permanente, la navegación no se pueda practicar de forma regular.

Esta situación afecta el desarrollo de la región al Norte de Cáceres, donde se ubica una de las regiones más ricas en soja de Brasil, con una exportación conjunta en 1994 de cerca de 1.800.000 toneladas de soja en grano más torta, con proyecciones de crecimiento hasta los 6.000.000 de toneladas en los próximos 20 años. Esta producción tiene dificultades de acceso al mercado externo en razón de los altos costos de transporte por camión, que llegan a US\$ 90,00 por tonelada hasta Santos o Paranaguá. Este costo se podría reducir substancialmente con la existencia de navegación regular por empuje desde Cáceres hasta los puertos del Río de la Plata.

Por otra parte, sin embargo, para resolver el problema de los altos costos de transporte en la región, grupos privados se han juntado para construir Ferronorte, un ferrocarril que, en su primera etapa, conectará el puerto de Santos a la ciudad de Chapadão do Sul, en la región límite entre los estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul y Goiás. Están en construcción cerca de 311 km de ferrocarril y un puente sobre el Río Paraná, que conectará este nuevo tramo al ferrocarril existente de trocha 1,60 m hasta São Paulo y Santos. Previsto para operar ya en 1998, este primer tramo reducirá en cerca de US\$ 20,00 por tonelada el flete de la región hasta Santos.

Está en fase de proyecto un segundo tramo de Ferronorte desde Chapadão do Sul hasta Cuiabá, pasando por Rondonópolis. Estando completo este segundo tramo, los costos de transporte se reducirán aún más, pero no se tiene seguridad en cuanto a la época en que estará operativo este tramo.

En este contexto se ha ubicado el análisis de factibilidad económica de inversiones en obras de mejoramiento de la navegación entre Cáceres y Corumbá. Por un lado, la navegabilidad del río puede producir ahorros económicos muy significativos para la región. Por otro lado la construcción de Ferronorte, principalmente en su segundo tramo hasta Cuiabá, llegará a la región con costos de transporte del mismo orden de magnitud, dividiendo el mercado con la Hidrovía y reduciendo los beneficios de las obras de navegación.

Así la investigación tuvo que concentrarse en dos puntos fundamentales:

- a. estimación de costos relativos de transporte para exportación entre barcaza, camión y ferrocarril, factores determinantes de la división modal;
- b. hipótesis acerca del cronograma de implantación de Ferronorte, en lo que eso puede afectar el grado de utilización de la Hidrovía.

Para analizar las diferentes alternativas tomando en cuenta las diferentes hipótesis acerca del desarrollo futuro del sistema de transporte complementario y competitivo con la Hidrovía se utilizó el mismo Modelo de Transporte ya descrito en la Sección 6.2.

6.7.2 Información básica

El análisis económico y financiero de las mejoras a la navegación en el tramo entre Corumbá y Cáceres se basa en informaciones de entrada de diversos tipos. Los datos principales se presentan en esta sección como sigue: (a) niveles estacionales del agua; (b) flujos de mercadería; (c) calados estacionales de navegación de las barcas; (d) configuraciones de los trenes de barcas; (e) requerimientos de dragado; (f) ayudas a la navegación; (g) costos de transporte carretero y ferroviario; (h) costos de transporte fluvial; (i) costos ambientales, y (j) alternativas de análisis. Cada dato se describe en lo que hace a su contribución a los resultados económicos y financieros que se presentan más adelante.

a) Niveles del Agua

Para la caracterización estadística de los niveles de agua referidos al plano de reducción en el Tramo Corumbá-Cáceres se siguió una metodología idéntica a la descrita en el punto 6.6.1.4 del presente capítulo.

En la Tabla 6.7.1 y Figura 6.7.1 se muestra la variación de los niveles de agua diarios mínimos mensuales a lo largo del año para varias probabilidades de ocurrencia. En la misma figura se ha indicado la estación de embarque de soja, de acuerdo a los valores presentados en la Tabla 6.7.2.

b) Flujos de Mercadería

En la Tabla 6.7.3 se han resumido los flujos de mercadería referidos en el punto 3.3, correspondientes a la parte del área de influencia en que se podrían originar las cargas hidroviarias del Tramo Corumbá-Cáceres de la Hidrovía. Todos los movimientos de mercaderías se relacionan con los granos, principalmente soja, que tienen su origen en once zonas de tráfico, a saber: (1) Cuiabá; (2) Pontes e Lacerda; (3) Tangará de Serra; (4) Diamantino; (5) Rondonópolis; (6) Alto Araguaia; (7) Chapado do Sul; (8) Campos Novos dos Parecis; (9) Primavera do Leste; (10) Sinop; y (11) Barra do Garças. Debe hacerse notar que ninguna de estas localidades se encuentra adyacente a la vía navegable. Las distancias a Cáceres comprenden desde 215 kilómetros (Cuiabá) hasta 1.200 kilómetros para Barra do Garças.

No se ha considerado la existencia de carga generada puesto que los efectos son menores y los análisis muestran que no existe base para efectuar los ajustes correspondientes.

c) Calados de las Barcas Ajustados Estacionalmente

La Tabla 6.7.4 muestra los calados medios disponibles para las barcas para los canales con calado de proyecto de 1,8 m para las cinco probabilidades de

Tabla 6.7.1

VALORES MINIMOS DIARIOS MENSUALES VS RECURRENCIA (Período de base: 1968-91)													
TRAMO CACERES - BELA VISTA DO NORTE													
(Se toma el mínimo de las dos estaciones año a año y luego se ordena de menor a mayor)													
RECURRE.	ORDEN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
24,00	1	-8	23	34	46	48	-7	-16	-25	-44	-44	-26	-32
12,00	2	14	31	35	66	55	16	-6	-22	-38	-37	-19	-9
8,00	3	19	33	54	73	57	27	-5	-15	-20	-20	-18	15
6,00	4	23	44	57	78	102	49	1	-10	-14	-17	-13	15
4,80	5	24	50	61	80	106	55	10	-3	-12	-8	-12	19
4,00	6	33	61	62	107	115	63	21	4	-2	-5	-1	33
3,43	7	35	68	84	177	172	142	24	58	38	49	36	34
3,00	8	38	73	90	178	190	163	99	71	40	50	40	40
2,67	9	43	90	105	185	209	164	100	74	58	50	47	42
2,40	10	43	96	115	197	213	172	110	76	70	54	47	53
2,18	11	53	98	141	214	226	173	116	81	80	77	53	55
2,00	12	73	99	154	238	237	177	116	83	80	78	60	56
1,85	13	73	99	186	241	246	179	122	86	82	82	61	59
1,71	14	78	101	203	255	247	186	125	98	92	83	62	70
1,60	15	80	105	207	264	251	189	129	110	98	83	75	72
1,50	16	82	113	218	271	255	204	140	112	103	86	77	76
1,41	17	84	134	243	273	256	211	150	114	106	92	81	77
1,33	18	86	137	252	277	258	211	154	117	112	93	82	78
1,26	19	87	138	252	284	260	211	155	120	118	96	89	83
1,20	20	92	145	257	308	263	212	155	126	118	98	92	83
1,14	21	94	181	283	312	263	219	156	137	119	98	94	92
1,09	22	104	188	300	320	265	221	166	141	122	100	98	103
1,04	23	125	213	314	334	273	224	182	141	122	108	105	109
1,00	24	145	283	347	336	280	226	184	143	132	111	110	114

NIVELES MINIMOS

Cáceres - Bela Vista do Norte

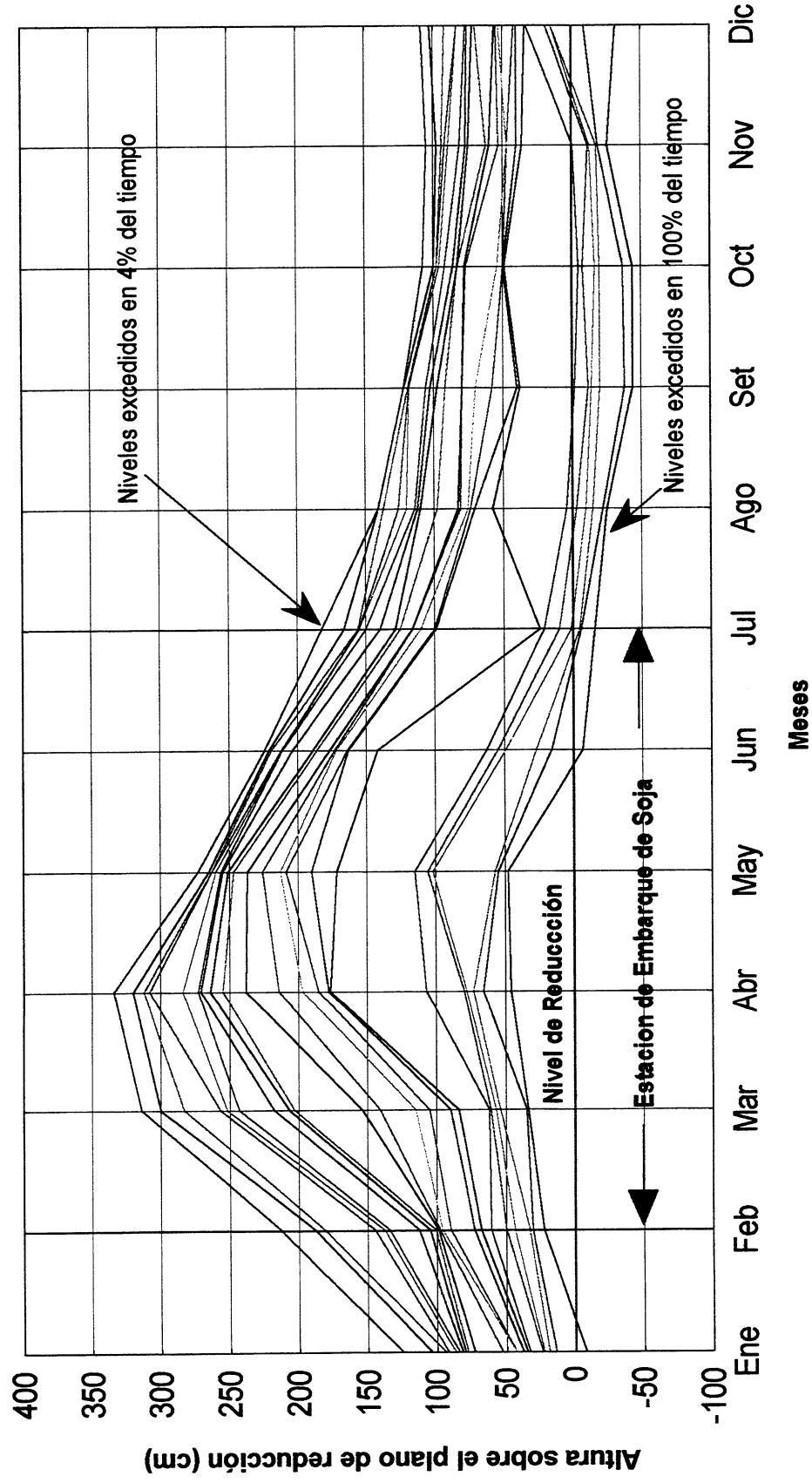


Figura n. 6.7.1

Tabla 6.7.2 - Estacionalidad de los Embarques de Soja

Mes	Embarques en Corumbá (%)	Embarques de Mato Grosso (%)
Ene	0,6	
Feb	2,6	12,7
Mar	17,7	19,1
Abr	17,7	19,1
May	17,7	19,1
Jun	17,7	15,0
Jul	17,7	15,0
Ago	6,4	
Sep	1,2	
Oct	0,2	
Nov	0,6	
Dic	0,1	
Total	100	100

Tabla 6.7.3

Flujos Existentes y Proyectados (Hipótesis media) de Productos en las Áreas de Producción de Granos del Norte de Mato Grosso

ID	Par de Puertos		Zona	1994	1997	2000	2005	2010	2020
	Origen	Dest							
Soja en Grano									
11	17	1	1 Cuiabá	5	5	5	6	9	19
11	17	1	3 Pontes e Laceri	0	0	0	0	0	1
11	17	1	4 Tangará da Serr	17	15	14	17	26	57
11	17	1	5 Diamantino	132	119	115	137	211	453
11	17	1	6 Rondonópolis	241	218	210	250	360	446
11	17	1	7 Alto Araguaia	85	77	74	88	121	150
11	17	1	8 Chapadão do S	62	62	0	0	0	0
11	17	1	9 Campos Novos	236	213	206	245	377	811
11	17	1	10 Primavera do L	270	244	235	280	421	800
11	17	1	12 Sinop	316	286	276	329	506	1088
11	17	1	14 Barra do Garçai	78	70	68	81	124	267
Total				1441	1309	1204	1432	2156	4093
Farelo de Soja									
Zona									
1994				1997	2000	2005	2010	2020	
11	17	1	1 Cuiabá	655	548	798	1137	1300	1693
11	17	1	6 Rondonópolis	385	322	469	668	764	994
Total				1040	869	1267	1805	2064	2687
Acelte de Soja									
Zona									
1994				1997	2000	2005	2010	2020	
11	17	1	1 Cuiabá	0	42	58	77	83	95
11	17	1	6 Rondonópolis	0	25	34	45	49	56
Total				0	66	92	123	131	151

Tabla 6.7.4
Calados Medios Disponibles

	4%	4%	12%	20%	60% Media Ponder.
RIO PARANA (calado de proyecto de 3,0 m)					
1 Soja en Grano	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
2 Torta de Soja	3,31	3,39	3,40	3,40	3,40
3 Soja	3,37	3,40	3,40	3,40	3,40
4 Otros	3,28	3,39	3,40	3,40	3,39
5 Minerales	3,39	3,57	3,65	3,70	3,68
RIO PARAGUAY (calado de proyecto de 2,6 m)					
1 Soja en Grano	2,97	3,24	3,32	3,38	3,36
2 Torta de Soja	2,72	2,88	2,99	3,19	3,26
3 Soja	2,91	3,13	3,22	3,33	3,33
4 Otros	2,61	2,75	2,89	3,13	3,22
5 Minerales	2,61	2,76	2,91	3,25	3,38
CORUMBA-CACERES (calado de proyecto de 1,8 m)					
1 Soja en Grano	2,19	2,23	2,31	2,55	2,89
2 Torta de Soja	2,21	2,19	2,25	2,41	2,69
3 Soja	2,19	2,22	2,30	2,51	2,84
4 Otros	2,18	2,16	2,20	2,35	2,61
5 Minerales	2,18	2,16	2,20	2,35	2,64

nivel del agua determinados así también como el promedio ponderado, calculado de acuerdo a la metodología descrita en 6.6.1.2. De forma semejante, se determinaron los valores correspondientes al calado de 1,5 m.

d) Configuraciones de los Convoyes (ver también item h)

La práctica imperante de utilizar las configuraciones existentes de convoyes como punto de referencia para evaluar posibles cambios en el tamaño de convoyes como resultado de las mejoras a la navegación, podría no tener utilidad para el tramo Corumbá-Cáceres. Aparentemente la navegación comercial sostenida por barcaza para todo el tramo, Corumbá a Cáceres, virtualmente no existe para la alternativa sin proyecto. Es decir, la selección de embarcaciones y convoyes de proyecto se debe basar en los dragados previstos, descriptos en 4.3.

Es importante considerar este hecho, de que el presente uso de barcasas pequeñas se debe al estado actual *sin proyecto* de la vía de navegación. En la situación *con proyecto*, con la vía de navegación preparada para convoyes de barcasas jumbo, no hay duda de que los armadores preferirán este tipo de barcasas y convoyes que permiten un transporte más económico.

El estudio de las características del canal Corumbá-Cáceres, (ver 4.3), demostró que se debían considerar cuatro configuraciones de trenes de barcasas jumbo. Esas configuraciones son las siguientes: (1) 2x2; (2) 2x1; (3) 1x2; (4) 1x1. Se recomendaron dos calados de diseño referidos al nivel de reducción: 1,8 m y 1,5 m.

El tamaño del remolcador de empuje se determinó sobre la base de las toneladas brutas totales por convoy. Los cálculos del costo del convoy utilizan una relación 1 a 7 entre la potencia en HP y la capacidad total del convoy (toneladas). La relación se redondeó al tamaño más próximo de remolcador como sigue: una barcaza - 200 HP; dos barcasas - 600 HP; cuatro barcasas - 1.000 HP.

e) Requerimientos de Dragado

Los requerimientos de dragado de apertura y mantenimiento se desarrollaron para los tres segmentos característicos del tramo Corumbá-Cáceres. Los costos de capital y de mantenimiento de dragado para cada tramo y para las configuraciones de convoy se muestran en las Tablas 4.3.2 y 4.3.3.

f) Ayudas a la Navegación

Los costos de las ayudas a la navegación comprenden una inversión total de US\$ 405.276 (se incluye la adquisición de un barco pontón de US\$ 165.000), y costos anuales de mantenimiento de US\$ 364.058/año.

g) Costos de Transporte Carretero y Ferroviario

Para esta fase del estudio se juzgó conveniente revisar los elementos de costo de transporte de los modos alternativos a la Hidrovía. La razón para ese cuidado adicional estuvo en que, diferentemente del análisis del tramo aguas abajo de Corumbá, en que prácticamente todos los flujos son cautivos de la Hidrovía, en el caso del Mato Grosso el problema es típicamente de competencia entre los tres modales. En las Tablas 6.7.5 y 6.7.6 se muestran las distancias relativas de transporte hasta puertos de exportación por los tres modos, con y sin término de Ferronorte hasta Cuiabá.

Hay dos aspectos importantes para que se busque la mayor precisión posible en el cálculo de los costos de los modos alternativos:

- a. la división modal (proporción relativa de utilización de cada modo) depende directamente de los costos de los tres modos alternativos, siendo factor determinante en la estimación de la atracción de tráfico para la Hidrovía y su consecuente rentabilidad económica;
- b. para toda carga captada por la Hidrovía, los beneficios resultantes se calculan por diferencia entre los costos de transporte fluvial y los costos pagados por la misma mercadería en la situación sin proyecto.

Para el transporte por camión los métodos de cálculo de costo operativo son bastante conocidos y de aplicación generalizada en estudios, de modo que no hubo razón para cambiar las funciones que se presentan en el punto 6.4.

Para el transporte ferroviario, especialmente sensible en el caso de la competencia entre la Hidrovía y la futura Ferronorte, se buscaron nuevos datos para corroborar los valores utilizados en el estudio. Se utilizaron en este análisis los siguientes valores para los costos de operación ferroviaria a precios de mercado:

- US\$ 0,030/TKU (TKU = ton/km útil) para los ferrocarriles actuales, que son bastante ineficientes;
- US\$ 0,018/TKU para los mismos ferrocarriles a partir del año 2005, cuando se espera que la privatización y nuevos métodos de gerencia hayan contribuido para aumentar la eficiencia.

Como se puede ver en la Tabla 6.7.7, estos valores se encuentran comprobados por la experiencia.

El tramo de Ferronorte hasta Chapadão do Sul está en estado adelantado de construcción, pudiendo iniciar sus operaciones sin grandes problemas para la cosecha de 1998. Al iniciar sus operaciones, el transporte hasta Santos se hará utilizando parcialmente la línea nueva y parcialmente la línea existente de trocha 1,60 m de Fepasa. No hay dudas de que la línea nueva podrá operar sin problemas a US\$ 0,018/TKU, y es bastante probable que la línea de Fepasa también lo logrará, por lo menos en lo que se refiere a los trenes de

Tabla 6.7.5
Distancias entre las Zonas de Producción de Mato Grosso y puertos de exportación por tren, camión y barcaza

Situación actual de Ferronorte (km)

	Zona	Modo 1	Modo 2		Modo 3	
		Camión	Camión	Ferrocarril	Camión	Hidrovia
1	Cuiabá	1622	635	1176	215	3303
3	Pontas e Lacerda	2072	1066	1176	228	3303
4	Tangará da Serra	1918	931	1176	296	3303
5	Diamantino	1802	815	1176	358	3303
6	Rondonópolis	1415	428	1176	431	3303
7	Alto Araguaia	1215	228	1176	631	3303
8	Chapadão do Sul	989	0	1176	857	3303
9	Campos Novos dos Parecis	1995	1008	1176	373	3303
10	Primavera do Leste	1529	542	1176	483	3303
12	Sinop	2148	1161	1176	704	3303
14	Barra do Garças	1897	1293	1176	1234	3303

Tabla 6.7.6
Distancias entre las Zonas de Producción de Mato Grosso y Puertos por Tren, Camión y Barcaza;

Finalización de Ferronorte a Cuiabá (km)

	Zona	Modo 1	Modo 2		Modo 3	
		Camión	Camión	Ferrocarril	Camión	Hidrovia
1	Cuiabá	1622	0	1786	215	3303
3	Pontas e Lacerda	2072	442	1786	228	3303
4	Tangará da Serra	1918	288	1786	296	3303
5	Diamantino	1802	172	1786	358	3303
6	Rondonópolis	1415	0	1576	431	3303
7	Alto Araguaia	1215	201	1576	631	3303
8	Chapadão do Sul	989	0	1176	857	3303
9	Campos Novos dos Parecis	1995	365	1786	373	3303
10	Primavera do Leste	1529	115	1576	483	3303
12	Sinop	2148	518	1786	704	3303
14	Barra do Garças	1897	866	1576	1234	3303

Tabla 6.7.7
Comparación de Costos Ferroviarios

Ferrocarril	Valor (US\$ / TKU)	Tipo
Brasil - EFVM (hierro)	0,0050	Costo Operativo
Brasil - EFVM (granos)	0,0090	Costo Operativo
USA (bajos)	0,0103	Costo Operativo
USA (altos)	0,0171	Costo Operativo
Adoptado Módulo A (Futuro)	0,0180	Costo Operativo
Brasil - Fepasa	0,0225	Flete promedio 1983-90
Adoptado Módulo A (Actual)	0,0300	Costo Operativo

Nota: Costos a precios de mercado; los costos económicos son 15% más bajos.

granos. De hecho, por contrato entre Ferronorte y Fepasa (que muy probablemente estará privatizada en 1998), los trenes de granos del Mato Grosso correrán sobre las líneas de Fepasa con locomotoras y tripulación de Ferronorte. En retribución Ferronorte hará inversiones en señalización, control y comunicaciones en algunos tramos deficientes de Fepasa, especialmente el Noroeste del Estado de San Pablo. Cerca de San Pablo (los últimos 100 km entre Campinas y Santos) Fepasa recién puso en operación una línea totalmente nueva, lo que completa un recorrido de buena calidad entre Chapadão do Sul y Santos.

h) Costos de Transporte Fluvial

Se evaluaron tres posibles opciones operativas:

- (1) **No Transformación.** Transporte de carga directamente de Cáceres a Nueva Palmira, operando aguas abajo de Corumbá con el mismo convoy que opera en el tramo Cáceres-Corumbá. El convoy podría componerse de barcasas tipo Jumbo u otras más pequeñas (de largo, ancho y calado) similares a algunas utilizadas en años recientes.
- (2) **Trasbordo.** Operación de dos flotas distintas en el tramo Cáceres-Corumbá y el resto de la Hidrovía, con trasbordo de la carga en Corumbá de un convoy de barcasas al otro. En este caso también se podrían operar o barcasas pequeñas o Jumbo en Cáceres-Corumbá.
- (3) **Reconfiguración.** Integración de las barcasas y empujadoras operadas en los distintos tramos en una flota única, al reconfigurar los convoyes de Cáceres a convoyes mayores en Corumbá para aprovechar de las condiciones mejores de navegación aguas abajo. Como variante, esta opción puede incluir "topping off" en Corumbá para aumentar el aprovechamiento de las mejoras a la vía. Este sistema está basado en la barcaza tipo Jumbo en todo el río.

La elección de una alternativa, o sea la hipótesis sobre el sistema operativo que utilizarían los armadores, se basa en cuál ofrecería los menores costos de transporte. La compatibilidad de la flota de Corumbá-Cáceres con la del resto de la Hidrovía posibilita sistemas operativos integrados y el traslado del mismo equipo para su uso en otros tramos según las necesidades de la demanda. La operación de barcasas pequeñas sería superior sólo en caso de contar con calado mucho menor que el máximo de la barcaza (2,0 m.). Una explicación para su uso actual, es que las condiciones de navegación son poco confiables y a veces imposibles, situación que cambiará con cualquier alternativa de dragado planteada. Por estas razones, se ha basado la definición de alternativas de proyecto del canal y la modelación de los costos de transporte en Corumbá-Cáceres en la barcaza Jumbo.

Tomando la barcaza Jumbo como la unidad de análisis, las tres alternativas de operación son comparadas. La Tabla 6.7.8 resume los resultados de la comparación de los costos de viajes simulados entre Cáceres y Nueva Palmira.

La conclusión de este análisis es que la alternativa de integrar la flota del tramo Cáceres-Corumbá con el resto de la Hidrovía, utilizando la barcaza Jumbo como la base de armar los convoyes, produce los costos de transporte teóricamente menores. La misma fué utilizada en la modelación de los costos de transporte en la evaluación de las alternativas de dragado. Cabe señalar, sin embargo, que esta hipótesis no limita la posibilidad de que estén aplicados otros métodos en la realidad, sino permite la evaluación de alternativas de obras en base a costos de transporte más favorables analíticamente.

i) Costos ambientales

Los costos ambientales fueron suministrados por la Unidad Coordinadora, habiendo sido preparados por el Consorcio TGCC. Los valores correspondientes al Tramo Corumbá-Cáceres, referentes a programas de monitoreo y medidas de mitigación son de US\$ 191.000 en el año de abertura y US\$ 120.000 en cada año siguiente. Estos costos relativamente bajos no deben llevar a la conclusión errada de subestimar el impacto de intervenciones con obras en el Pantanal. La principal limitación se encuentra en la declaración del Gobierno del Brasil citada en el ítem 4.3, utilizada para la concepción del proyecto de navegación en este tramo.

j) Alternativas de análisis

Se han definido cuatro alternativas de configuración de convoy para Cáceres-Corumbá en base a la barcaza Jumbo, cubriendo un rango de convoyes entre una y cuatro barcasas. Para cada convoy, se consideraron dos alternativas de calado de proyecto. Las alternativas constan en el siguiente diagrama:

Alternativas del Canal de Navegación Cáceres-Corumbá					Calado de Proyecto	
					Código	
					Calado (m)	
Ancho de Canal de Proyecto					1	2
Código	Cantidad de Barcasas			Ancho de Canal (m)	1.5	1.8
	Ancho	Largo	Total			
A	1	1	1	35	A1	A2
B	1	2	2	35	B1	B2
C	2	1	2	50	C1	C2
D	2	2	4	50	D1	D2

Tabla 6.7.8
Navegación entre Cáceres y Nueva Palmira
Comparación de Métodos Operativos

Características de Navegación	Alternativa de Método Operativo			
	1	2	3	4
	No Transform. de Convoy en Corumbá	Trasbordo en Corumbá	Reconfig. en Corumbá Sin Top Off	Reconfig. en Corumbá Con Top Off
Cantidad de Barcazas por Convoy				
Cáceres-Corumbá	4	4	4	4
Corumbá-Nueva Palmira	4	16	16	16
Calado Utilizado (m)				
Cáceres-Corumbá	2,89	2,89	2,89	2,89
Corumbá-Nueva Palmira	2,89	3,35	2,89	3,35
Volumen de Carga por Convoy (t)				
Cáceres-Corumbá	5.985	5.985	5.985	5.985
Corumbá-Nueva Palmira	5.985	28.431	23.941	28.431
Utilización de Empujadores	Dedicado	Dedicado	Modificado	Modificado
Costo de Transporte (US\$/t)				
Cáceres-Corumbá	7,54	7,91	9,13	9,13
Corumbá-Nueva Palmira	16,30	12,96	13,38	11,75
Trasbordo	-	5,00	-	-
Top Off	-	-	-	0,60
Total	23,84	25,87	22,51	21,48

- 1 El costo para topping off representa el costo de la operación dividido por toda la carga del convoy. El costo para cada tonelada "topped off" es US\$ 3,81
- 2 Se supone la alternativa del convoy 2x2 con calado de proyecto de 1.8 m en Cáceres-Corumbá.
- 3 Se basan los cálculos en el transporte de soja en grano.

6.7.3 Análisis de División Modal

Se realiza el análisis de división modal de las cargas en el área de influencia del puerto Cáceres según la misma metodología aplicada en las secciones 6.2 y 6.3. Se basa en la comparación de los costos de transporte por los tres medios de transporte disponibles (camión, ferrocarril y barcaza) y una distribución probabilística entre ellos que capta la sensibilidad de los usuarios al costo. En la sección 6.6, no se consideraron mejoras el canal de navegación Cáceres-Corumbá y, como consecuencia, los modos ferroviario y carretero capturaron virtualmente toda la carga derivable a la Hidrovía en la altura del puerto de Cáceres. En la presente sección, se analizan varias opciones de mejoras al tramo Cáceres-Corumbá e hipótesis de los modos competitivos, profundizando los análisis previos.

Los parámetros que afectan los costos carreteros y ferroviarios y su aplicación al análisis fueron vistos en el punto g). El costo de transporte ferroviario de la carga proveniente del área de influencia de Cáceres depende de las condiciones de operación de la línea Ferronorte. La aplicación del costo de transporte base de u\$s 0,018 y el costo de acceso por camión al sistema ferroviario depende del año de terminación del tramo de la vía hasta Cuiabá.

Los costos de transporte por camión varían en función a la distancia recorrida y el factor de transporte de regreso (“backhaul”), según los mismos parámetros utilizados en el análisis de las secciones 6.5 y 6.6. Se supone un factor de transporte de regreso de 40%.

Los costos de transporte hidroviario para el par de puertos Cáceres-Nueva Palmira varían en función a la alternativa de proyecto del canal de navegación y suponen el método operativo presentado en el punto h), o sea la reconfiguración y topping off de los convoyes salientes de Cáceres en Corumbá, antes del viaje hacia Nueva Palmira. Los costos de transporte para los dos pares de puertos provenientes de Cáceres son resumidos en la Tabla 6.7.9, para cada una de las ocho alternativas de canal de navegación.

Los costos de las alternativas planteadas ofrecen una reducción significativa comparados con la situación actual, además de la garantía de condiciones mínimas aceptables que requieren los usuarios antes de comprometerse a invertir en operaciones de transporte hidroviario. La incidencia de los ahorros sobre la división modal y el análisis de beneficios-costos dependerá del efecto de las varias hipótesis de la implementación de Ferronorte sobre los costos ferroviarios.

Tabla 6.7.9
Resumen de Alternativas y Costos de Transporte Hidroviario

Alternativa			Costos de Transporte Precios de Mercado (u\$/t)	
Código de Convoy	Configuración de Convoy	Calado de Proyecto (m)	Cáceres-N. Palmira	Cáceres-Corumbá
A1	1x1	1.5	29.25	15.16
B1	1x2	1.5	23.29	9.23
C1	2x1	1.5	23.29	9.23
D1	2x2	1.5	22.34	8.43
A2	1x1	1.8	27.83	14.08
B2	1x2	1.8	22.34	8.62
C2	2x1	1.8	22.34	8.62
D2	2x2	1.8	21.48	7.91

En la Tabla 6.7.10 se resumen los costos de cada uno de los tres modos para la situación sin Ferronorte, indicando cada elemento que se compone: acceso, transferencia intermodal, transporte en el modo en sí, y un ajuste para la diferencia que pueda existir en los tramos marítimos de cargas provenientes de los puertos de Brasil y los de la Río de la Plata. Para efectos de ilustración, se han usados los costos hidroviarios correspondientes a la alternativa D2 (2x2 con 1,8 m de calado). Los costos totales (comparativos) de cada modo son los usados como base de comparación en la división modal. Este ejemplo corresponde a 1997 cuando los costos ferroviarios del tramo existente de Ferronorte (no hasta Cuiabá) son u\$s 0,018/tkm y los del resto del sistema son u\$s 0,030/tkm. Se nota que los costos hidroviarios son menores que los ferroviarios para las zonas 1, 3, 4, 5, 9 y 12 (6 de las 11 zonas en el área de influencia de Cáceres).

La Tabla 6.7.11 presenta información similar para la misma alternativa de proyecto del tramo Cáceres-Corumbá (D2), con Ferronorte hasta Cuiabá en 2005 y costos ferroviarios de u\$s 0,018 de todo el sistema. Los costos hidroviarios ahora son menores que los ferroviarios en sólo dos de las once zonas de interés, con diferencias leves en las zonas 4 (Tangará de Serra) y 9 (Campos Novos dos Parecis).

La figura 6.7.2 presenta los costos de cada modo en los dos escenarios (con y sin Ferronorte hasta Cuiabá) gráficamente. Se puede observar, además, el efecto de la desventaja competitiva de la Hidrovía en la situación con Ferronorte sobre su participación en el mercado. Se concluye que la demanda es altamente sensible a variaciones en los costos ferroviarios y también hidroviarios dentro de cierto rango.

6.7.4 Análisis de Evaluación Económica

La evaluación de la inversión en mejoras a la navegación en el tramo Cáceres-Corumbá en conjunto con la alternativa del tramo Corumbá-Nueva Palmira ya seleccionada, se realizó con la misma metodología descripta en el

Tabla 6.7.10
Resumen de los Fletes de los Varios Modos de Transporte y Otros Factores Diferenciales por Par Origen-Destino

Alternativa de Proyecto
Corumbá-Nueva Palmira F2E1
Cáceras-Corumbá D2

Año de Análisis
1997
Sin Feronorte

Par de Puertos	Zona de Origen		Sin Feronorte													
			Cacerías-Colombia		DZ		Costos de Transporte por Modo (u\$\$/ton)									
			Distancias por Modo (km.)				Modo1		Modo2		Modo3					
			Modo 1	Modo 2	Modo 3	Modo 1	Flete Camión	Transfer	Flete FFCC	Total	Flete Camión	Transfer	Flete Hidrovia	Diferencia Marítima	Total	
No.	Nombre	Camión	Camión	FFCC	Camión	Hidrovia	Flete Camión	Transfer	Flete FFCC	Total	Flete Camión	Transfer	Flete Hidrovia	Diferencia Marítima	Total	
Soja en Grano																
11	1	Culabá	1.622	635	1.176	215	3.303	67,81	30,45	1,50	21,17	53,12	14,52	5,50	21,48	46,51
11	3	Pontes e Lacerda	2.072	1.066	1.176	228	3.303	84,83	46,77	1,50	21,17	69,44	15,02	5,50	21,48	47,00
11	4	Tangará da Serra	1.918	931	1.176	296	3.303	79,01	41,66	1,50	21,17	64,33	17,60	5,50	21,48	49,58
11	5	Diamantino	1.802	815	1.176	358	3.303	74,62	37,27	1,50	21,17	59,94	19,95	5,50	21,48	51,94
11	6	Rondonópolis	1.415	428	1.176	431	3.303	59,98	22,61	1,50	21,17	45,28	22,72	5,50	21,48	54,71
11	7	Alto Araguaia	1.215	228	1.176	631	3.303	52,41	15,02	1,50	21,17	37,68	30,30	5,50	21,48	62,29
11	8	Chapadão do Sul	989	-	1.176	857	3.303	43,86	-	1,50	21,17	22,67	38,86	5,50	21,48	70,84
11	9	Campos Novos dos Parecis	1.995	1.008	1.176	373	3.303	81,92	44,58	1,50	21,17	67,24	20,52	5,50	21,48	52,51
11	10	Primavera do Leste	1.529	542	1.176	483	3.303	64,29	26,93	1,50	21,17	49,60	24,69	5,50	21,48	58,68
11	12	Sinop	2.148	1.161	1.176	704	3.303	87,71	50,37	1,50	21,17	73,03	33,07	5,50	21,48	65,05
11	14	Barra do Garças	1.897	1.293	1.176	1.234	3.303	78,21	55,36	1,50	21,17	78,03	53,13	5,50	21,48	85,11
15	15	Coxim	1.367	243	1.322	696	2.093	58,16	15,59	1,50	39,66	56,75	32,76	5,50	11,35	50,46
15	18	Aquidauana	1.248	124	1.322	331	2.093	53,66	8,65	1,50	39,66	49,81	18,93	5,50	11,35	40,78
15	19	Campo Grande	1.125	-	1.322	454	2.093	49,00	-	1,50	39,66	41,16	23,59	5,50	11,35	45,45
15	20	Três Lagoas	765	-	907	791	2.093	35,38	-	1,50	27,21	28,71	36,36	5,50	11,35	58,21
5	21	Dourados	989	213	1.322	332	1.801	43,86	14,45	1,50	39,66	55,61	18,97	5,50	9,60	39,07
15	22	Porto Murtinho	1.509	454	1.322	-	2.093	63,53	23,59	1,50	39,66	64,75	0,00	5,50	11,35	21,85
2	33	Santa Cruz	2.500	-	2.435	659	2.635	101,02	-	1,50	73,05	74,55	19,77	5,50	13,01	43,28
5	42	Concepción	1.320	544	1.322	-	1.801	56,38	27,01	1,50	39,66	68,17	-	5,50	9,60	20,10
16	43	Asunción	1.042	381	1.088	-	1.491	45,86	20,83	1,50	32,64	54,97	-	5,50	8,21	18,71
5	45	Pedro Juan Caballero	1.197	421	1.322	124	1.801	51,73	22,34	1,50	39,66	63,50	8,65	5,50	9,60	28,75
16	46	Coronel Oviedo	923	450	1.088	120	1.491	41,36	23,44	1,50	32,64	57,58	8,37	5,50	8,21	27,08
16	47	Ciudad del Este	864	391	1.088	179	1.491	39,12	21,20	1,50	32,64	55,34	12,49	5,50	8,21	31,19
16	48	Encarnación	959	64	1.088	241	1.491	42,72	4,46	1,50	32,64	38,60	15,51	5,50	8,21	34,22
16	49	General Eugenio Garay	1.453	792	1.088	412	1.491	61,42	36,40	1,50	32,64	70,54	22,00	5,50	8,21	40,71
19	51	Resistencia	750	792	2.000	19	778	34,81	36,40	1,50	60,00	97,90	1,33	5,50	5,35	17,18
19	61	Salta	956	-	1.256	859	778	42,61	-	1,50	37,68	39,18	38,94	5,50	5,35	54,78

- Notas:
- 1 Sólo incluidos los productos con distintas opciones modales, no los caudivos al modo hidroviario.
 - 2 El costo de acceso al Puerto Quijarro de la soja boliviana corresponde al costo ferroviario, no de camión.
 - 3 Los destinos de todos los pares OD son de ultramar, excepto la torta y aceite de soja del par de puertos 20 (de Reconquista a San Lorenzo)
 - 4 Los costos de transferencia del modo 3 incluyen 1,50 para transferencia intermodal más 4,00 de costos portuarios.
 - 5 La Diferencia Marítima del modo 3 corresponde al sobrecargo de soja enviado desde los puertos del Río de la Plata comparado con los del sur de Brasil.

Tabla 6.7.11
Resumen de los Fletes de los Varios Modos de Transporte y Otros Factores Diferenciales por Par Origen-Destino

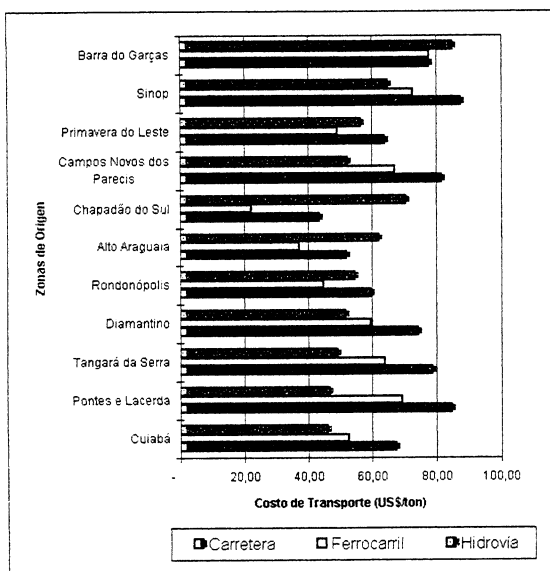
Alternativa de Proyecto
 Corumbá-Nueva Palmira F2E1
 Cáceres-Corumbá D2

Año de Análisis
 2005
 Con Feronorte

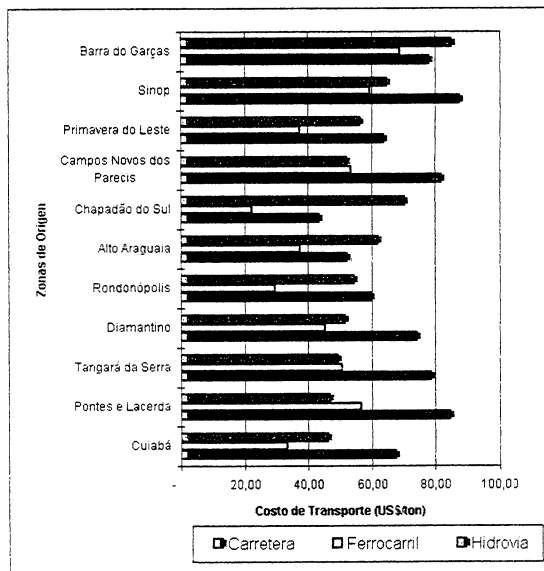
Par de Puertos	Zona de Origen		Costos de Transporte por Modo (u\$/s/ton)										Con Fierroante														
			Distancias por Modo (km.)					Modo2																			
			Modo 1	Modo 2	FFCC	Camión	Modo 3	Modo 1	Flete Camión	Transfer	Flete FFCC	Total			Flete Camión	Transfer	Flete Hidrovía	Diferencia Marllina	Total								
Soja en Grano			No.	Nombre	Camión	Camión	FFCC	Camión	215	1.786	-	442	1.786	3.303	3.303	67,81	-	1,50	32,15	33,65	14,52	5,50	21,48	5,00	46,51		
11	1	Culabá	2.072	2.072	442	1.786	215	3.303	84,83	23,14	1,50	32,15	56,79	15,02	5,50	21,48	5,00	47,00	5,00	51,94	19,95	5,50	21,48	5,00	49,58		
11	3	Pontes e Lacerda	1.918	1.786	286	1.786	296	3.303	79,01	17,30	1,50	32,15	50,94	17,60	5,50	21,48	5,00	49,58	5,00	51,94	19,95	5,50	21,48	5,00	49,58		
11	4	Tangará da Serra	1.802	1.786	172	1.786	358	3.303	74,62	12,00	1,50	32,15	45,65	19,95	5,50	21,48	5,00	51,94	5,00	51,94	19,95	5,50	21,48	5,00	51,94		
11	5	Diamantino	1.415	-	-	1.576	431	3.303	59,98	-	1,50	28,37	29,87	22,72	5,50	21,48	5,00	54,71	5,00	54,71	22,72	5,50	21,48	5,00	54,71		
11	6	Rondonópolis	1.215	228	1.176	631	3.303	52,41	15,02	1,50	21,17	37,68	30,30	5,50	21,48	5,00	62,29	5,00	62,29	30,30	5,50	21,48	5,00	62,29	5,00	62,29	
11	7	Alto Araguaia	989	-	-	1.176	857	3.303	43,86	-	1,50	21,17	22,67	38,86	5,50	21,48	5,00	70,84	5,00	70,84	38,86	5,50	21,48	5,00	70,84		
11	8	Chapadão do Sul	1.995	365	1.786	373	3.303	81,92	20,22	1,50	32,15	53,87	20,52	5,50	21,48	5,00	52,51	5,00	52,51	20,52	5,50	21,48	5,00	52,51	5,00	52,51	
11	9	Campos Novos dos Parecis	1.529	115	1.576	483	3.303	64,29	8,02	1,50	28,37	37,89	24,69	5,50	21,48	5,00	56,68	5,00	56,68	24,69	5,50	21,48	5,00	56,68	5,00	56,68	
11	10	Primavera do Leste	2.148	518	1.786	704	3.303	87,71	26,02	1,50	32,15	59,07	33,07	5,50	21,48	5,00	65,05	5,00	65,05	33,07	5,50	21,48	5,00	65,05	5,00	65,05	
11	11	Barra do Garças	1.897	866	1.576	1.234	3.303	78,21	39,20	1,50	28,37	69,67	53,13	5,50	21,48	5,00	85,11	5,00	85,11	53,13	5,50	21,48	5,00	85,11	5,00	85,11	
15	15	Coxim	1.367	243	1.322	696	2.093	58,16	15,59	1,50	39,66	56,75	32,76	5,50	11,35	5,00	54,61	5,00	54,61	32,76	5,50	11,35	5,00	54,61	5,00	54,61	
15	18	Aquidauana	1.248	124	1.322	331	2.093	53,66	8,65	1,50	39,66	49,81	18,93	5,50	11,35	5,00	40,78	5,00	40,78	18,93	5,50	11,35	5,00	40,78	5,00	40,78	
15	19	Campo Grande	1.125	-	1.322	454	2.093	49,00	-	1,50	39,66	41,16	23,59	5,50	11,35	5,00	45,45	5,00	45,45	23,59	5,50	11,35	5,00	45,45	5,00	45,45	
15	20	Três Lagoas	765	-	-	907	791	2.093	35,38	-	1,50	27,21	28,71	36,36	5,50	11,35	5,00	58,21	5,00	58,21	36,36	5,50	11,35	5,00	58,21	5,00	58,21
5	21	Dourados	989	213	1.322	332	1.801	43,86	14,45	1,50	39,66	55,61	18,97	5,50	9,60	5,00	39,07	5,00	39,07	18,97	5,50	9,60	5,00	39,07	5,00	39,07	
15	22	Porto Murlinho	1.509	454	1.322	-	2.093	63,53	23,59	1,50	39,66	64,75	0,00	5,50	11,35	5,00	21,85	5,00	21,85	64,75	5,50	11,35	5,00	21,85	5,00	21,85	
2	33	Santa Cruz	2.500	-	2.435	659	2.635	101,02	-	1,50	73,05	74,55	19,77	5,50	13,01	5,00	43,28	5,00	43,28	74,55	5,50	13,01	5,00	43,28	5,00	43,28	
5	42	Concepción	1.320	544	1.322	-	1.801	56,38	27,01	1,50	39,66	68,17	-	5,50	9,60	5,00	20,10	5,00	20,10	68,17	5,50	9,60	5,00	20,10	5,00	20,10	
16	43	Asunción	1.042	381	1.088	-	1.491	45,86	20,83	1,50	32,64	54,97	-	5,50	8,21	5,00	18,71	5,00	18,71	54,97	5,50	8,21	5,00	18,71	5,00	18,71	
5	45	Pedro Juan Caballero	1.197	421	1.322	124	1.801	51,73	22,34	1,50	39,66	63,50	8,65	5,50	9,60	5,00	28,75	5,00	28,75	63,50	5,50	9,60	5,00	28,75	5,00	28,75	
16	46	Coronel Oviedo	923	450	1.088	120	1.491	41,36	23,44	1,50	32,64	57,58	8,37	5,50	8,21	5,00	27,08	5,00	27,08	57,58	5,50	8,21	5,00	27,08	5,00	27,08	
16	47	Ciudad del Este	864	391	1.088	179	1.491	39,12	21,20	1,50	32,64	55,34	12,49	5,50	8,21	5,00	31,19	5,00	31,19	55,34	5,50	8,21	5,00	31,19	5,00	31,19	
16	48	Encarnación	959	64	1.088	241	1.491	42,72	4,46	1,50	32,64	38,60	15,51	5,50	8,21	5,00	34,22	5,00	34,22	38,60	5,50	8,21	5,00	34,22	5,00	34,22	
16	49	General Eugenio Garay	1.453	792	1.088	412	1.491	61,42	36,40	1,50	32,64	70,54	22,00	5,50	8,21	5,00	40,71	5,00	40,71	70,54	5,50	8,21	5,00	40,71	5,00	40,71	
19	51	Resistencia	750	792	2.000	19	778	34,81	36,40	1,50	60,00	97,90	1,33	5,50	5,35	5,00	17,18	5,00	17,18	97,90	5,50	5,35	5,00	17,18	5,00	17,18	
19	61	Salta	956	-	1.256	859	778	42,61	-	1,50	37,68	39,18	38,94	5,50	5,35	5,00	54,79	5,00	54,79	39,18	5,50	5,35	5,00	54,79	5,00	54,79	

Costos de Transporte de Soja al Puerto de Exportación desde las Zonas de Mato Grosso

Sin Ferronorte hasta Cuiabá

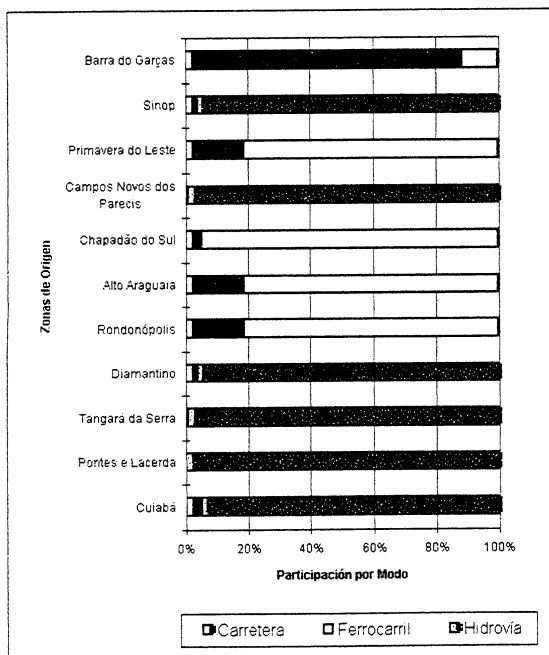


Con Ferronorte hasta Cuiabá



División Modal para Exportación de Soja desde cada Zona

Sin Ferronorte hasta Cuiabá



Con Ferronorte hasta Cuiabá

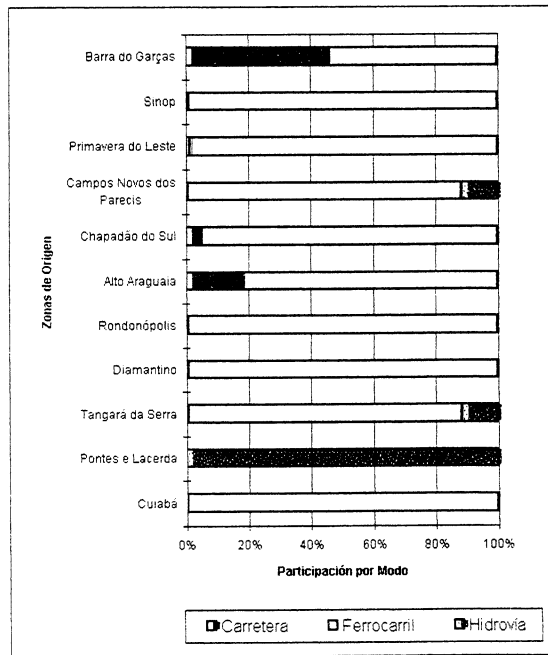


Figura nº 6.7.2

punto 6.6. Dado que las mejoras planeadas para ese tramo inferior a Corumbá afectarán a los costos de transporte de cargas de las zonas de Mato Grosso, y consecuentemente sus beneficios, se comparan los beneficios y costos de toda la inversión (la alternativa F2E1 seleccionada para el tramo inferior más las alternativas del tramo superior) con la alternativa F2E1 sola. Esto permite la consideración de los flujos de costos y beneficios adicionales a la alternativa de Corumbá-Nueva Palmira y la determinación de su conveniencia independientemente. Además, se presenta el caso base del tramo inferior como punto de comparación para medir el efecto de agregar Cáceres-Corumbá a la inversión ya decidida.

a) Análisis de Alternativas Sin Ferronorte

Debido al efecto negativo que la terminación de Ferronorte hasta Cuiabá tiene sobre la derivación de tráfico a la Hidrovía, se evalúan las alternativas de mejoras suponiendo que la implantación no se realice dentro del horizonte de planificación de este estudio (más allá de 2020). Esto permite la identificación de la alternativa más conveniente comparada con las otras. La Tabla 6.7.12 contiene los resultados de la evaluación de tres alternativas: A1, B1 y D1 (los convoyes 1x1, 1x2 y 2x2 con 1,5 m de calado de proyecto), y la Tabla 6.7.12.a los correspondientes a A2, B2 y D2, con 1,8 m de calado.

La presentación en la tabla es similar a las de la sección 6.6, ampliada para resaltar el enfoque sobre la inversión en el tramo Cáceres-Corumbá y sus consecuentes efectos en las condiciones de navegación. En la parte superior de la tabla se resumen los códigos de identificación de la alternativa de los dos tramos del río y las condiciones de navegación e hipótesis de demanda y de Ferronorte. Las dos primeras columnas son las bases de comparación de las alternativas evaluadas. La primera resume los resultados del caso base de ambos tramos. La segunda presenta los datos descriptivos de la alternativa seleccionada para implementación inmediata en Corumbá-Nueva Palmira junto con el caso base de Cáceres-Corumbá.

Debajo de la información descriptiva de las alternativas, se resumen los costos de la inversión inicial y anuales de las obras de dragado, ayudas a la navegación y los costos ambientales. En base a los totales de dichos costos se calculan los costos adicionales al caso base y F2E1, los cuales son utilizados para la evaluación beneficio-costos. En esta sección, se observan los costos adicionales de las tres alternativas: u\$s 9,8, u\$s 13,3, u\$s 22,4 millones, respectivamente, para la inversión inicial; y u\$s 2,3, u\$s 2,6 y u\$s 4,2 millones de gastos anuales. Los valores están expresados en precios de mercado, antes de ser ajustados a precios de cuenta para la evaluación.

En la próxima área se encuentran los flujos de carga sobre la hidrovía durante el período de análisis. Se observa que los 7.237 mil toneladas previstos para la alternativa F2E1 suben a 7.481, 8.583 y 8.597 mil toneladas en 1997 para las tres alternativas, respectivamente. Esta diferencia del orden de 250 mil a

Tabla 6.7.12

HIDROVIA PARANA-PARAGUAY
Resultados del Análisis Económico

Alternativa Cáceres-Corumbá	Caso Base	Caso Base	A1	B1	D1
Alternativa Corumbá-Nueva Palmira	Caso Base	F2E1	F2E1	F2E1	F2E1
Convoy de diseño					
Santa Fe-Asunción	4x4	4x5	4x5	4x5	4x5
Asunción-Corumbá	3x4	4x4	4x4	4x4	4x4
Corumbá-Cáceres			1x1	1x2	2x2
Calado de diseño (m.)					
Santa Fe-Asunción	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Asunción-Corumbá	2,0	2,6	2,6	2,6	2,6
Corumbá-Cáceres			1,5	1,5	1,5
Horas diarias de navegación	18	22	22	22	22
Escenario de Ferronorte					
Año de Implantación - Cuiabá	2021	2021	2021	2021	2021
Costo por mil TKU (u\$s) - 1997	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Costo por mil TKU (u\$s) - 2005	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Escenario de Demanda	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Inversión Inicial en precios de mercado (us\$ miles)					
Obras de Dragado	29.944	80.518	89.896	93.436	102.528
Ayudas a la Navegación	-	7.264	7.418	7.418	7.418
Costos Ambientales	-	-	191	191	191
Total	29.944	87.782	97.605	101.045	110.137
Costos Anuales en precios de mercado (us\$ miles)					
Obras de Dragado	6.618	15.028	16.929	17.161	18.788
Ayudas a la Navegación	-	3.888	4.208	4.208	4.208
Costos Ambientales	-	-	120	120	120
Total	6.618	18.916	21.257	21.489	23.116
Costo adicional al Caso Base (us\$ miles)					
Inversión Inicial		57.838	67.661	71.101	80.193
Mantenimiento Anual		12.298	14.639	14.871	16.498
Costo adicional a la alternativa F2E1 (us\$ miles)					
Inversión Inicial			9.823	13.263	22.355
Mantenimiento Anual			2.341	2.573	4.200
Costo incremental (us\$ miles)					
Inversión Inicial		57.838	9.823	3.440	9.092
Mantenimiento Anual		12.298	2.341	232	1.627
Flujos de carga sobre la Hidrovia (miles de toneladas)					
1997	6.138	7.349	7.481	8.583	8.597
2000	7.304	8.591	8.832	10.257	10.275
2005	8.778	10.324	10.622	12.579	12.604
2010	10.704	12.659	13.149	15.650	15.682
2020	14.275	17.415	18.421	22.273	22.320
Flujos de hierro generados (miles de toneladas)					
1997	-	1.000	1.000	1.000	1.000
2000	-	1.158	1.158	1.158	1.158
2005	-	1.477	1.477	1.477	1.477
2010	-	1.886	1.886	1.886	1.886
2020	-	3.072	3.072	3.072	3.072
Costo Total de Transporte (us\$ miles)					
1997	288.546	288.379	287.121	282.132	280.933
2000	342.649	330.410	329.168	323.268	321.771
2005	401.534	386.257	384.720	376.864	374.832
2010	505.479	486.011	483.486	472.640	469.965
2020	721.146	694.581	689.391	670.821	666.520
Costo de Seguros de Hierro (us\$ miles)					
1997	1.167	-	-	-	-
2000	1.351	-	-	-	-
2005	1.724	-	-	-	-
2010	2.200	-	-	-	-
2020	3.583	-	-	-	-
Ahorros costos de transporte comparados con el Caso Base (us\$ miles)					

Tabla 6.7.12

1997			1.258	6.247	7.446
2000			1.243	7.142	8.639
2005			1.537	9.393	11.425
2010			2.525	13.371	16.046
2020			5.190	23.759	28.061
Ahorros incrementales (us\$ miles)					
1997		10.167	1.258	4.989	1.199
2000		12.238	1.243	5.900	1.497
2005		15.277	1.537	7.857	2.032
2010		19.468	2.525	10.846	2.675
2020		26.565	5.190	18.569	4.301
Beneficios generados totales comparados con alternativa 1 (us \$ miles)					
1997		1.887	1.887	1.887	1.887
2000		2.184	2.184	2.184	2.184
2005		2.788	2.788	2.788	2.788
2010		3.558	3.558	3.558	3.558
2020		5.795	5.795	5.795	5.795
Beneficios generados incrementales (us \$ miles)					
1997		1887	0	0	0
2000		2184	0	0	0
2005		2788	0	0	0
2010		3558	0	0	0
2020		5795	0	0	0
Beneficios adicionales (u\$s miles)					
1997		3053	3053	3053	3053
2000		3535	3535	3535	3535
2005		4511	4511	4511	4511
2010		5758	5758	5758	5758
2020		9379	9379	9379	9379
Resultados de la inversión total (comparado con el Caso Base)					
Tasa Interna de Retorno		16%	14%	21%	20%
Valor Actual Neto @ 12%		18.076	9.414	60.306	57.559
Resultados de la inversión Cáceres-Corumbá (comparado con la alternativa F2E1)					
Tasa Interna de Retorno			2%	44%	30%
Valor Actual Neto @ 12%			(8.663)	42.230	39.483
Resultados de las inversiones incrementales (comparado con la alternativa anterior)					
Tasa Interna de Retorno		16%	2%	172%	8%
Valor Actual Neto @ 12%		18.076	(8.663)	50.892	(2.747)
Flujos por producto - 1997 (mil ton)					
Soja en grano	977	1.069	1.313	1.755	1.760
Farelo de soja	1.014	1.068	1.068	1.681	1.690
Aceite de soja	306	314	314	361	362
Hierro	1.400	2.400	2.400	2.400	2.400
Manganes	121	121	121	121	121
Clinquer	555	555	555	555	555
Celulose	267	267	267	267	267
Petroleo	1.216	1.216	1.216	1.216	1.216
Trigo	227	227	227	227	227
Total	6.083	7.237	7.481	8.583	8.597
Costos totales de transporte -1997- (us\$ mil)					
Soja en grano	143.096	140.912	139.653	136.573	135.987
Farelo de soja	103.598	102.575	102.575	100.802	100.232
Aceite de soja	12.595	12.369	12.369	12.233	12.190
Hierro	19.742	15.597	15.597	15.597	15.597
Manganes	1.834	1.428	1.428	1.428	1.428
Clinquer	4.352	3.856	3.856	3.856	3.856
Celulose	3.123	2.867	2.867	2.867	2.867
Petroleo	7.036	5.998	5.998	5.998	5.998
Trigo	3.170	2.778	2.778	2.778	2.778
Total	298.546	288.379	287.121	282.132	280.933
Ahorros de costos totales -1997- comparados con alternativa 1 (us\$ mil)					
Soja en grano		2.184	3.443	6.523	7.109
Farelo de soja		1.024	1.024	2.796	3.366
Aceite de soja		227	227	362	406
Hierro		4.144	4.144	4.144	4.144
Manganes		406	406	406	406
Clinquer		496	496	496	496
Celulose		256	256	256	256
Petroleo		1.038	1.038	1.038	1.038

Tabla 6.7.12

Trigo		392	392	392	392
Total		10.167	11.425	16.414	17.613
Ahorros incrementales -1997 (us\$ mil)					
Soja en grano		2.184	1.258	3.080	586
Farelo de soja		1.024	(0)	1.773	570
Aceite de soja		227	(0)	135	43
Hierro		4.144	-	-	-
Manganes		406	-	-	-
Clinker		496	-	-	-
Celulose		256	-	-	-
Petroleo		1.038	-	-	-
Trigo		392	-	-	-
Total		10.167	1.258	4.989	1.199
Calado ponderado					
Hierro (Río Paraguay)	3,11	3,38	3,38	3,38	3,38
Soja (Corumbá-Nueva Palmira)	3,17	3,32	3,32	3,32	3,32
Otros (Río Paraguay)	3,00	3,22	3,22	3,22	3,22
Otros (Río Paraná)	3,19	3,39	3,39	3,39	3,39
Soja (Cáceres-Corumbá)	2,89	2,89	2,70	2,70	2,70
Meses de navegación anual					
Río Paraná	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Río Paraguay	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Costo unit. de mercado de transporte fluvial (us\$/ton)					
Corumbá-Nueva Palmira (soja)	16,75	12,96	12,96	12,96	12,96
G. Curvo-V. Constitución (hierro)	11,19	7,21	7,21	7,21	7,21
Rosario-Asunción (trigo)	8,32	7,09	7,09	7,09	7,09
Cáceres-Nueva Palmira (soja)	47,89	43,49	29,25	23,29	22,34
Cáceres-Corumbá (soja)	21,77	21,77	15,16	9,23	8,43

Tabla 6.7.12.b

HIDROVIA PARANA-PARAGUAY
Resultados del Análisis Económico

Alternativa Cáceres-Corumbá	Caso Base	Caso Base	B2	C2	D2
Alternativa Corumbá-Nueva Palmira	Caso Base	F2E1	F2E1	F2E1	F2E1
Convoy de diseño					
Santa Fe-Asunción	4x4	4x5	4x5	4x5	4x5
Asunción-Corumbá	3x4	4x4	4x4	4x4	4x4
Corumbá-Cáceres			1x2	2x1	2x2
Calado de diseño (m.)					
Santa Fe-Asunción	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Asunción-Corumbá	2,0	2,6	2,6	2,6	2,6
Corumbá-Cáceres			1,8	1,8	1,8
Horas diarias de navegación	18	22	22	22	22
Escenario de Ferromonte					
Año de Implantación - Cuiabá	2021	2021	2021	2021	2021
Costo por mil TKU (u\$s) - 1997	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Costo por mil TKU (u\$s) - 2005	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Escenario de Demanda	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Inversión Inicial en precios de mercado (us\$ miles)					
Obras de Dragado	29.944	80.518	94.832	97.640	106.622
Ayudas a la Navegación	-	7.264	7.418	7.418	7.418
Costos Ambientales	-	-	191	191	191
Total	29.944	87.782	102.441	105.249	114.231
Costos Anuales en precios de mercado (us\$ miles)					
Obras de Dragado	6.618	15.028	17.651	18.460	19.567
Ayudas a la Navegación	-	3.888	4.208	4.208	4.208
Costos Ambientales	-	-	120	120	120
Total	6.618	18.916	21.979	22.788	23.895
Costo adicional al Caso Base (us\$ miles)					
Inversión Inicial		57.838	72.497	75.305	84.287
Mantenimiento Anual		12.298	15.361	16.170	17.277
Costo adicional a la alternativa F2E1 (us\$ miles)					
Inversión Inicial			14.659	17.467	26.449
Mantenimiento Anual			3.063	3.872	4.979
Costo incremental (us\$ miles)					
Inversión Inicial		57.838	14.659	2.808	8.982
Mantenimiento Anual		12.298	3.063	809	1.107
Flujos de carga sobre la Hidrovia (miles de toneladas)					
1997	6.138	7.349	8.597	8.597	8.607
2000	7.304	8.591	10.275	10.275	10.289
2005	8.778	10.324	12.604	12.604	12.623
2010	10.704	12.659	15.682	15.682	15.705
2020	14.275	17.415	22.320	22.320	22.355
Flujos de hierro generados (miles de toneladas)					
1997	-	1.000	1.000	1.000	1.000
2000	-	1.158	1.158	1.158	1.158
2005	-	1.477	1.477	1.477	1.477
2010	-	1.886	1.886	1.886	1.886
2020	-	3.072	3.072	3.072	3.072
Costo Total de Transporte (us\$ miles)					
1997	298.546	288.379	280.815	280.815	279.747
2000	342.649	330.410	321.625	321.625	320.292
2005	401.534	386.257	374.634	374.634	372.826
2010	505.479	486.011	469.703	469.703	467.321
2020	721.146	694.581	666.094	666.094	662.263
Costo de Seguros de Hierro (us\$ miles)					
1997	1.167	-	-	-	-
2000	1.351	-	-	-	-
2005	1.724	-	-	-	-
2010	2.200	-	-	-	-
2020	3.583	-	-	-	-
Ahorros costos de transporte comparados con el Caso Base (us\$ miles)					
1997		10.167	17.731	17.731	18.799
2000		12.238	21.024	21.024	22.357
2005		15.277	26.900	26.900	28.708
2010		19.468	35.776	35.776	38.158
2020		26.565	55.052	55.052	58.883
Ahorros costos de transporte comparados con la alternativa F2E1 (us\$ miles)					

TABLA 6.7.12.b

1997			7,564	7,564	8,632
2000			8,788	8,788	10,118
2005			11,623	11,623	13,431
2010			16,309	16,309	18,690
2020			28,487	28,487	32,318
Ahorros incrementales (us\$ miles)					
1997		10,167	7,564	-	1,068
2000		12,238	8,788	-	1,333
2005		15,277	11,623	-	1,808
2010		19,468	16,309	-	2,382
2020		26,565	28,487	-	3,831
Beneficios generados totales comparados con alternativa 1 (us \$ miles)					
1997		1,887	1,887	1,887	1,887
2000		2,184	2,184	2,184	2,184
2005		2,788	2,788	2,788	2,788
2010		3,558	3,558	3,558	3,558
2020		5,795	5,795	5,795	5,795
Beneficios generados incrementales (us \$ miles)					
1997		1887	0	0	0
2000		2184	0	0	0
2005		2788	0	0	0
2010		3558	0	0	0
2020		5795	0	0	0
Beneficios adicionales (u\$s miles)					
1997		3053	3053	3053	3053
2000		3535	3535	3535	3535
2005		4511	4511	4511	4511
2010		5758	5758	5758	5758
2020		9379	9379	9379	9379
Resultados de la inversión total (comparado con el Caso Base)					
Tasa Interna de Retorno		16%	23%	21%	20%
Valor Actual Neto @ 12%		18,076	71,317	64,480	63,364
Resultados de la inversión Cáceres-Corumbá (comparado con la alternativa F2E1)					
Tasa Interna de Retorno			48%	38%	29%
Valor Actual Neto @ 12%			53,241	46,404	45,288
Resultados de las inversiones incrementales (comparado con la alternativa anterior)					
Tasa Interna de Retorno		16%	48%	#DIV/0!	10%
Valor Actual Neto @ 12%		18,076	53,241	(6,837)	(1,116)
Flujos por producto - 1997 (mil ton)					
Soja en grano	977	1,069	1,760	1,760	1,763
Farelo de soja	1,014	1,068	1,690	1,690	1,696
Aceite de soja	306	314	362	362	362
Hierro	1,400	2,400	2,400	2,400	2,400
Manganes	121	121	121	121	121
Cínquer	555	555	555	555	555
Celulose	267	267	267	267	267
Petroleo	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216
Trigo	227	227	227	227	227
Total	6,083	7,237	8,597	8,597	8,607
Costos totales de transporte -1997 (us\$ mil)					
Soja en grano	143,096	140,912	135,927	135,927	135,405
Farelo de soja	103,598	102,575	100,178	100,178	99,871
Aceite de soja	12,595	12,369	12,186	12,186	12,147
Hierro	19,742	15,597	15,597	15,597	15,597
Manganes	1,834	1,428	1,428	1,428	1,428
Cínquer	4,352	3,856	3,856	3,856	3,856
Celulose	3,123	2,867	2,867	2,867	2,867
Petroleo	7,036	5,998	5,998	5,998	5,998
Trigo	3,170	2,778	2,778	2,778	2,778
Total	298,548	288,379	280,815	280,815	279,747
Ahorros de costos totales -1997- comparados con alternativa 1 (us\$ mil)					
Soja en grano		2,184	7,169	7,169	7,692
Farelo de soja		1,024	3,420	3,420	3,927
Aceite de soja		227	410	410	448
Hierro		4,144	4,144	4,144	4,144
Manganes		406	406	406	406
Cínquer		496	496	496	496
Celulose		256	256	256	256
Petroleo		1,038	1,038	1,038	1,038

TABLA 6.7.12.b

		392	392	392	392
		10,167	17,731	17,731	18,799
Trigo					
Total					
Ahorros incrementales -1997 (us\$ mil)					
Soja en grano		2,184	4,985	-	523
Farelo de soja		1,024	2,397	-	507
Aceite de soja		227	183	-	39
Hierro		4,144	-	-	-
Manganes		406	-	-	-
Clinker		496	-	-	-
Celulose		256	-	-	-
Petroleo		1,038	-	-	-
Trigo		392	-	-	-
Total		10,167	7,564	-	1,068
Calado ponderado					
Hierro (Río Paraguay)	3.11	3.38	3.38	3.38	3.38
Soja (Corumbá-Nueva Palmira)	3.17	3.32	3.32	3.32	3.32
Otros (Río Paraguay)	3.00	3.22	3.22	3.22	3.22
Otros (Río Paraná)	3.19	3.39	3.39	3.39	3.39
Soja (Cáceres-Corumbá)	2.89	2.89	2.89	2.89	2.89
Meses de navegación anual					
Río Paraná	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Río Paraguay	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Costo unit. de mercado de transporte fluvial (us\$/ton)					
Corumbá-Nueva Palmira (soja)	16.75	12.96	12.96	12.96	12.96
G. Curvo-V. Constitución (hierro)	11.19	7.21	7.21	7.21	7.21
Rosario-Asunción (trigo)	8.32	7.09	7.09	7.09	7.09
Cáceres-Nueva Palmira (soja)	47.89	43.49	22.34	22.34	21.48
Cáceres-Corumbá (soja)	21.77	21.77	8.62	8.62	7.91

1,3 millones de toneladas en 1997 se amplía para 1,0 a 4,9 millones de toneladas en 2020. Se señala el gran salto entre las alternativas A1 y B1, de más de 1,1 millones de toneladas en 1997. Mirando a la última fila, se puede observar que el costo de transporte entre Cáceres y Nueva Palmira disminuye de u\$s 29,25 a u\$s 23,29 por tonelada, entrando al rango crítico donde la Hidrovía puede competir con el ferrocarril (sin Ferronorte hasta Cuiabá). El límite del costo hidroviario Cáceres-Nueva Palmira es aproximadamente u\$s 26 por tonelada.

Debajo de los flujos se ven los ahorros en los costos de transporte comparados con el caso base de Corumbá-Nueva Palmira y el de Cáceres-Corumbá (más F2E1). Los ahorros atribuidos exclusivamente a la inversión Cáceres-Corumbá varían entre u\$s 1,3 y u\$s 5,2 millones entre 1997 y 2020 para A1, subiendo más de 5 veces para B1 y D1. Los beneficios adicionales son los atribuidos a los flujos generados del mineral de hierro y la garantía adicional de navegación para los minerales en el tramo Corumbá-Asunción, discutidos en la sección 6.6. Los mismos no varían en función a las mejoras en Cáceres-Corumbá, por lo tanto sólo se presentan para poder calcular la rentabilidad de la inversión conjunta en ambos tramos.

Finalmente, se presentan los índices de rentabilidad de la inversión en ambos tramos (comparado con el caso base de ambos), y de Cáceres-Corumbá solo (comparado con F2E1 más el caso base del tramo superior a Corumbá). Cabe mencionar que los índices de F2E1 son diferentes a los presentados en la sección 6.6. El Valor Actual Neto (VAN) es ahora u\$s 18,1 millones comparado con u\$s 19,6 en la sección 6.6. La diferencia se atribuye al cambio de un parámetro de análisis. Al analizar en más profundidad el sistema de transporte que afecta al tramo Cáceres-Corumbá, se cambió la hipótesis de los costos ferroviarios de Ferronorte durante el período anterior a 2005. Mientras la sección 6.6 trata a toda la red ferroviaria uniformemente con costos de u\$s 0,030/tkm en 1997, reduciendo a u\$s 0,018 en 2005, ahora se considera que los tramos completados de Ferronorte operarán con u\$s 0,018 a partir de 1997, manteniendo las mismas hipótesis para el resto de la red. El cambio del parámetro no afecta al índice de rentabilidad de forma sustancial y afectaría a otras alternativas similarmente.

El VAN de la inversión Cáceres-Corumbá sola es negativo para A1, u\$s -8,7 millones. Los beneficios no son suficientes para justificar la inversión de u\$s 9,8 millones y gastos anuales de u\$s 2,3 millones. Las alternativas B1 y C1 tienen índices altamente positivos, con VAN de u\$s 42,2 y u\$s 39,5 millones, y tasas internas de retorno (TIR) de 44% y 30%, respectivamente. Los ahorros anuales de transporte cubren los costos anuales con una amplia margen. A pesar del costo de transporte menor de D1 comparado con B1, y la levemente mayor demanda, no se puede justificar la gran diferencia en inversión inicial (u\$s 22,5 versus u\$s 13,3 millones) y gastos anuales. Sin embargo, ambos son rentables.

Los índices de la inversión total mejoran como consecuencia de agregar el tramo Cáceres-Corumbá: VAN de u\$s 60,3 y u\$s 57,6 millones, y TIR de 21% y 20% para B1 y D1, respectivamente, comparados con u\$s 18,1 millones y 16% para F2E1.

En las últimas áreas se resumen algunos datos descriptivos de las alternativas: los flujos de 1997 de productos relevantes, el calado ponderado en los dos tramos, y los costos unitarios de ciertos pares de puertos.

De forma semejante se evaluaron las alternativas A2, B2 y D2 en las cuales la profundidad del canal corresponde al calado de proyecto de 1,8 m. El efecto de aumentar la profundidad es de reducir los costos hidroviarios, atraer más carga a la vía y aumentar los ahorros del costo de transporte. La alternativa del convoy 1x1 (A2) sigue produciendo resultados negativos. La factibilidad del convoy 1x2 (B2) se fortalece, los aumentos en los beneficios compensando la inversión inicial requerida. La demanda es similar a la de B1, pero la reducción del flete Cáceres-Nueva Palmira a u\$s 22,34/ton produce ahorros importantes. La TIR y VAN suben a 48% y u\$s 53,2 millones, respectivamente. La alternativa 2x2 (D2) también sube comparado con D1, pero queda inferior a B2. Cabe destacar que D2 produce los menores costos Cáceres-Nueva Palmira, u\$s 21,48/ton.

La conclusión del análisis de las mejoras sin Ferronorte es que varias alternativas son factibles, pero B2, o sea el convoy 1x2 con 1,8 m de calado, es superior. Se puede descartar las alternativas A (1x1). Las alternativas C (2x1) no fueron incluidos en las tablas anteriores al tener beneficios idénticos a B (1x2) con menor inversión y gastos anuales.

b) Análisis de Alternativas Con Ferronorte

Según lo expuesto en el punto 6.7.2-g, se considera la hipótesis más razonable de la completa implementación del tramo de Ferronorte hasta Cuiabá la del año 2005, y un costo de transporte de u\$s 0,018/tkm a partir de 1997. En el mismo punto, se concluyó que en la situación con Ferronorte, los costos de transporte ferroviario para las zonas servidas por Cáceres bajarían a un nivel ventajoso comparado con la Hidrovía. El resultado es que la Hidrovía perdería virtualmente toda su carga de Cáceres-Corumbá, siempre suponiendo una división modal basada principalmente en costo.

La Tabla 6.7.13 presenta los resultados de la evaluación de las tres alternativas más favorables -- B2, C2 y D2 -- con la terminación de Ferronorte hasta Cuiabá en 2005. Los ahorros de costos de transporte son idénticos a los de la alternativa sin Ferronorte para los años horizonte 1997 y 2000. Pero a partir de 2005, se pierden los flujos de los productos de soja de las zonas de Mato Grosso. Para cada una de las tres alternativas, los ahorros son levemente negativos. Como resultado, la alternativa B2 produce un VAN de u\$s 981.000, y C2 y D2 valores negativos. No se pueden calcular TIR

Tabla 6.7.13

HIDROVIA PARANA-PARAGUAY
Resultados del Análisis Económico

Alternativa Cáceres-Corumbá	Caso Base	Caso Base	B2	C2	D2
Alternativa Corumbá-Nueva Palmira	Caso Base	F2E1	F2E1	F2E1	F2E1
Convoy de diseño					
Santa Fe-Asunción	4x4	4x5	4x5	4x5	4x5
Asunción-Corumbá	3x4	4x4	4x4	4x4	4x4
Corumbá-Cáceres			1x2	2x1	2x2
Calado de diseño (m.)					
Santa Fe-Asunción	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Asunción-Corumbá	2,0	2,6	2,6	2,6	2,6
Corumbá-Cáceres			1,8	1,8	1,8
Horas diarias de navegación	18	22	22	22	22
Escenario de Ferronorte					
Año de Implantación - Cuiabá	2005	2005	2005	2005	2005
Costo por mil TKU (u\$s) - 1997	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Costo por mil TKU (u\$s) - 2005	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Escenario de Demanda	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Inversión Inicial en precios de mercado (us\$ miles)					
Obras de Dragado	29.944	80.518	94.832	97.640	106.622
Ayudas a la Navegación	-	7.284	7.418	7.418	7.418
Costos Ambientales	-	-	191	191	191
Total	29.944	87.782	102.441	105.249	114.231
Costos Anuales en precios de mercado (us\$ miles)					
Obras de Dragado	6.618	15.028	17.651	18.460	19.567
Ayudas a la Navegación	-	3.888	4.208	4.208	4.208
Costos Ambientales	-	-	120	120	120
Total	6.618	18.916	21.979	22.788	23.895
Costo adicional al Caso Base (us\$ miles)					
Inversión Inicial		57.838	72.497	75.305	84.287
Mantenimiento Anual		12.298	15.361	16.170	17.277
Costo adicional a la alternativa F2E1 (us\$ miles)					
Inversión Inicial			14.659	17.467	26.449
Mantenimiento Anual			3.063	3.872	4.979
Costo incremental (us\$ miles)					
Inversión Inicial		57.838	14.659	2.808	8.982
Mantenimiento Anual		12.298	3.063	809	1.107
Flujos de carga sobre la Hidrovia (miles de toneladas)					
1997	6.138	7.349	8.597	8.597	8.607
2000	7.304	8.591	10.275	10.275	10.289
2005	8.778	10.324	10.325	10.325	10.363
2010	10.704	12.659	12.660	12.660	12.724
2020	14.275	17.415	17.416	17.416	17.547
Ahorros costos de transporte comparados con el Caso Base (us\$ miles)					
1997		10.167	17.731	17.731	18.799
2000		12.238	21.024	21.024	22.357
2005		15.277	15.285	15.285	15.261
2010		19.467	19.480	19.480	19.441
2020		26.565	26.590	26.590	26.511
Ahorros costos de transporte comparados con la alternativa F2E1 (us\$ miles)					
1997			7.564	7.564	8.632
2000			8.786	8.786	10.118
2005			7	7	(16)
2010			12	12	(26)
2020			25	25	(54)
Beneficios adicionales (u\$s miles)					
1997		3053	3053	3053	3053
2000		3535	3535	3535	3535
2005		4511	4511	4511	4511
2010		5758	5758	5758	5758
2020		9379	9379	9379	9379
Resultados de la inversión total (comparado con el Caso Base)					
Tasa Interna de Retorno		16%	16%	15%	13%
Valor Actual Neto @ 12%		18.076	19.057	12.220	3.316
Resultados de la inversión Cáceres-Corumbá (comparado con la alternativa F2E1)					
Tasa Interna de Retorno					
Valor Actual Neto @ 12%			981	(5.856)	(14.760)
Flujos por producto - 1997 (mil ton)					

para las alternativas, debido al cambio de signo en los flujos de beneficios netos.

Existen varios factores destacables que condicionan a los resultados.

1. La operación de una vía navegable por sólo 8 años (1997-2004), no sería ni práctica ni económica. Adicionalmente, los costos de transporte hidroviario suponen una vida útil de 30 años para barcas y 25 años para empujadores. Con la operación de sólo 8 años, tendría que suponer que los armadores ó cobrarían tarifas muy altas para recuperar su inversión en la flota, o no estarían dispuestos a hacer la inversión. La primera reacción imposibilitaría la atracción de cargas a la vía, así que ambas ponen en duda la conclusión aparente de factibilidad de B2. Un argumento que defiende la hipótesis de operación por un período corto en Cáceres-Corumbá es que la flota se traslade al tramo Corumbá-Cáceres para atender el crecimiento futuro de demanda prevista. De hecho, sólo se podría absorber una parte relativamente pequeña de la flota bajo este esquema.
2. Una caída repentina en la operación de un sistema de transporte tan grande como el necesario para manejar más un millón de toneladas de soja implicaría impactos económicos negativos sobre la economía indirecta desarrollada alrededor de él. Mientras dichos efectos son difíciles de estimar, serían reales y no están incluidos explícitamente en el análisis.
3. La división modal se basa teóricamente en los factores objetivos de costo y preferencias relativas para ciertos modos reveladas en comportamiento histórico y actual de los usuarios, y no capta aspectos que favorecerían a la Hidrovía. Durante el período de operación de la Hidrovía antes de la implantación de Ferronorte hasta Cuiabá, algunos de los usuarios lógicamente establecerían relaciones de largo plazo con los armadores, si no por contrato explícito, entonces por el compromiso de haber invertido en el sistema de logística entre las zonas origen de la carga y el puerto de destino, o sea Nueva Palmira. Además, es posible que los usuarios mismos inviertan en la operación de transporte fluvial, especialmente frente a la percepción de riesgo que podrían tener los armadores independientes.
4. En relación al factor 3, podría convenir a los usuarios y a los gobiernos contar con un sistema de mayor competencia modal. En una situación en la que los costos de transporte de los modos ferroviario y hidroviario son del mismo orden, es posible que en la realidad cada uno compita y se lleve su participación del mercado. De hecho, existe la práctica, tanto en la región como en otras partes del mundo, de que los grandes usuarios dividen sus productos entre varios modos de transporte, así reduciendo su dependencia de cualquier de ellos. La competencia modal produce una situación que beneficia a los usuarios al disponer de más opciones de transporte y mediante la competencia, asegurar que todos los medios controlen sus costos y ofrezcan

buenos servicios. Este interés institucional en que existan los dos modos podría conducir a decisiones del sector privado y público en el sentido de realizar inversiones en la Hidrovía, a pesar de la entrada de Ferronorte.

Aunque los factores antedichos pueden resultar en una participación del mercado mayor para la Hidrovía, sus costos en general superiores a los ferroviarios no producen ahorros en el costo de transporte, y así no mejorarían los índices económicos.

Es difícil llegar a una conclusión clara y definitiva sobre la conveniencia de implementar las obras hidroviarias de forma complementaria a Ferronorte. Existen argumentos fuertes para la creación de un modo hidroviario confiable en Cáceres-Corumbá y ofrecer una nueva alternativa de transportes a la región. Al mismo tiempo, bajo la hipótesis más probable respecto a la implementación de Ferronorte, no se puede justificar la inversión en base a criterios netamente económicos.

c) Análisis de Sensibilidad

Los resultados básicos de los dos puntos previos conducen a conclusiones tentativas sobre la conveniencia de la inversión en las obras. A fin de llegar a conclusiones y recomendaciones definitivas, se tienen que sujetar las alternativas a análisis de sensibilidad para evaluar la robustez de los resultados frente a variaciones en ciertas variables clave. La sensibilidad de los resultados fué considerada para los siguientes factores:

- . Año de terminación de Ferronorte hasta Cuiabá
- . Costos de transporte por Ferronorte
- . Escenarios de demanda (alto y bajo)
- . Costos de obras de dragado y ambientales
- . Reubicación del Puerto de Cáceres a Morrinho

Implementación y Costos de Ferronorte

A fin de entender mejor las condiciones dentro las cuales las mejoras al tramo Cáceres-Corumbá podrían ser viables, se evaluaron las alternativas B2, C2 y D2 bajo dos diferentes hipótesis de Ferronorte más favorables a la Hidrovía. La primera considera el escenario en el cual la terminación hasta Cuiabá no se realice hasta 2010. La segunda supone que Ferronorte no logre el costo de transporte ferroviario de u\$s 0,018/tkm hasta 2005, sólo alcanzando u\$s 0,022/tkm durante el período anterior.

La Tabla 6.7.14 presenta los resultados de la alternativa de implementación de Ferronorte en 2010. Los resultados son más positivos que los de la Tabla 6.7.13, produciendo VAN de u\$s 20.2, u\$s 13,3 y u\$s 7,5 millones para las tres alternativas, pero los condicionamientos resaltados anteriormente son

Tabla 6.7.14

HIDROVIA PARANA-PARAGUAY
Resultados del Análisis Económico

Alternativa Cáceres-Corumbá	Caso Base	Caso Base	B2	C2	D2
Alternativa Corumbá-Nueva Palmira	Caso Base	F2E1	F2E1	F2E1	F2E1
Convoy de diseño					
Santa Fe-Asunción	4x4	4x5	4x5	4x5	4x5
Asunción-Corumbá	3x4	4x4	4x4	4x4	4x4
Corumbá-Cáceres			1x2	2x1	2x2
Calado de diseño (m.)					
Santa Fe-Asunción	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Asunción-Corumbá	2,0	2,6	2,6	2,6	2,6
Corumbá-Cáceres			1,8	1,8	1,8
Horas diarias de navegación	18	22	22	22	22
Escenario de Ferrocarril					
Año de Implantación - Cuiabá	2010	2010	2010	2010	2010
Costo por mil TKU (u\$s) - 1997	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Costo por mil TKU (u\$s) - 2005	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Escenario de Demanda	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Inversión Inicial en precios de mercado (us\$ miles)					
Obras de Dragado	29.944	80.518	94.832	97.640	106.622
Ayudas a la Navegación	-	7.264	7.418	7.418	7.418
Costos Ambientales	-	-	191	191	191
Total	29.944	87.782	102.441	105.249	114.231
Costos Anuales en precios de mercado (us\$ miles)					
Obras de Dragado	6.618	15.028	17.651	18.460	19.567
Ayudas a la Navegación	-	3.888	4.208	4.208	4.208
Costos Ambientales	-	-	120	120	120
Total	6.618	18.916	21.979	22.788	23.895
Costo adicional al Caso Base (us\$ miles)					
Inversión Inicial		57.838	72.497	75.305	84.287
Mantenimiento Anual		12.298	15.361	16.170	17.277
Costo adicional a la alternativa F2E1 (us\$ miles)					
Inversión Inicial			14.659	17.467	26.449
Mantenimiento Anual			3.063	3.872	4.979
Costo incremental (us\$ miles)					
Inversión Inicial		57.838	14.659	2.808	8.982
Mantenimiento Anual		12.298	3.063	809	1.107
Flujos de carga sobre la Hidrovia (miles de toneladas)					
1997	6.138	7.349	8.597	8.597	8.607
2000	7.304	8.591	10.275	10.275	10.289
2005	8.778	10.324	12.604	12.604	12.623
2010	10.704	12.659	12.660	12.660	12.724
2020	14.275	17.415	17.416	17.416	17.547
Ahorros costos de transporte comparados con el Caso Base (us\$ miles)					
1997		10.167	17.731	17.731	18.799
2000		12.238	21.024	21.024	22.357
2005		15.277	26.900	26.900	28.708
2010		19.467	19.480	19.480	19.441
2020		26.565	26.590	26.590	26.511
Ahorros costos de transporte comparados con la alternativa F2E1 (us\$ miles)					
1997			7.564	7.564	8.632
2000			8.786	8.786	10.118
2005			11.623	11.623	13.431
2010			12	12	(26)
2020			25	25	(54)
Beneficios adicionales (u\$s miles)					
1997		3053	3053	3053	3053
2000		3535	3535	3535	3535
2005		4511	4511	4511	4511
2010		5758	5758	5758	5758
2020		9379	9379	9379	9379
Resultados de la inversión total (comparado con el Caso Base)					
Tasa Interna de Retorno		16%	20%	18%	17%
Valor Actual Neto @ 12%		18.076	38.241	31.404	25.526
Resultados de la inversión Cáceres-Corumbá (comparado con la alternativa F2E1)					
Tasa Interna de Retorno			46%	34%	22%
Valor Actual Neto @ 12%			20.165	13.328	7.450
Flujos por producto - 1997 (mil ton)					
Soja en grano	977	1.069	1.760	1.760	1.763
Farelo de soja	1.014	1.068	1.690	1.690	1.696
Total	6.083	7.237	8.597	8.597	8.607

iguales. No se puede interpretar los índices de rentabilidad aparentemente positivos como una conclusión de factibilidad. Al mismo tiempo, si se posterga la terminación de Ferronorte y se amplía el plazo dentro de cual se podría teóricamente generar beneficios, se fortalecen los argumentos a favor de la inversión pese a los inconvenientes.

Si se supone que Ferronorte opere con menos eficiencia que la esperada durante el período anterior a 2005, se incrementa el costo base de u\$s 18/mil tkm por más de 20% a u\$s 22/mil tkm. Según lo expuesto en el punto 2.1, ésto representa un costo extremadamente alto para una operación con la estructura y equipamiento de Ferronorte. Comparando con tarifas similares de otras partes del mundo, es más probable que los costos de transporte de Ferronorte sean menores que los de la hipótesis básica. Comparando los resultados de esta evaluación con los de la Tabla 6.7.13, se nota un aumento importante en VAN. El VAN de B2 sube de u\$s 981 mil a u\$s 29,4 millones. Todos los beneficios vienen del período antes de 2005, dado que a partir de este año toda la carga se deriva a Ferronorte.

Es interesante observar que los beneficios no son debidos a un aumento de la demanda sobre la Hidrovía, puesto que los flujos para todos los años son idénticos. Efectivamente, sin Ferronorte hasta Cuiabá (antes de 2005) toda la carga desviable prefiere la Hidrovía a todo costo mayor que u\$s 18/mil tkm. El aumento de beneficios se debe a la apreciación de una diferencia relativamente mayor entre los costos/tonelada de los dos medios de transporte. En cuanto se aumenta la estimación del costo de Ferronorte, los ahorros unitarios crecen en la misma proporción, sin atraer más carga a la Hidrovía.

El VAN de la inversión en mejoras a la navegación en el tramo Cáceres-Corumbá, con Ferronorte hasta Cuiabá, es altamente sensible a la postergación de la implementación del último tramo más allá de 2005 y costos de transporte ferroviario mayores que u\$s 0,018/tkm en el período anterior a 2005, en ambos casos aumentando considerablemente los beneficios en los años previos a la implementación completa de Ferronorte y el VAN aparente. No obstante, estos factores no afectan la pérdida aguda de demanda cuando se complete Ferronorte, y por consecuencia no se afecta la conclusión de infactibilidad de la Hidrovía en la situación con Ferronorte presentada en el punto b) anterior. Por consiguiente, se afirma que la conclusión básica no es sensible a tales factores.

Escenarios de Demanda

Las alternativas B2, C2 y D2 en el escenario “sin Ferronorte” fueron analizados bajo el escenario de demanda baja para determinar la robustez de la factibilidad frente a variaciones en demanda. Los resultados indican que las tres alternativas siguen siendo altamente rentables. La alternativa B2, aún la superior de las tres analizadas, tiene un VAN y TIR de u\$s 39,3 millones y

40%, comparados con u\$s 53,2 millones y 48% para el escenario de demanda media. Los resultados son menores, pero todavía altos.

Se hizo también la evaluación de las mismas alternativas bajo el escenario de demanda alta. Como era de esperar, los resultados son superiores a los de demanda media. La alternativa B2 se mantiene superior. Los resultados de la alternativa B2 bajo los escenarios de demanda baja, media y alta presentados en la Tabla 6.7.15, indican la insensibilidad de la conclusión de viabilidad sin Ferronorte hasta Cuiabá.

Costos de Obras y Ambientales

Se evaluaron los efectos de aumentos en los costos inicial y anuales de obras de dragado, ayudas a la navegación y ambientales en los índices de rentabilidad. Se consideraron aumentos de 25%, 50% y 100% de los costos de la alternativa B2, sólo para el tramo Cáceres-Corumbá. La Tabla 6.7.16 resume los resultados del análisis. Aún con un aumento de 100% de los costos inicial y anuales, la alternativa sigue dando una TIR de 20% y VAN de u\$s 24,3 millones, sin la terminación de Ferronorte hasta Cuiabá.

Reubicación del Puerto de Cáceres a Morrinho

Una alternativa para reducir los elevados costos de mantenimiento relacionados con el tramo C -- el más cercano a Cáceres -- es acortar la sección navegable de este tramo y reemplazar el transporte por camión desde Cáceres hasta un nuevo puerto ubicado en las proximidades de Descalvados (km 3330,4) ó Morrinho (km 3331,6). La reubicación del puerto aguas abajo de Cáceres elimina entre 110 y 138 km de vía navegable según se elija la reubicación en Descalvados o en Morrinho. El cambio del puerto a Morrinho eliminaría la necesidad de mantener 44 de los 65 pasos identificados en el tramo C. Sin embargo, exigiría la mejora de aproximadamente 60 km de carretera desde Cáceres.

Se ha demostrado la robusta factibilidad de la inversión en Cáceres-Corumbá en el caso sin terminación de Ferronorte, y que en el caso con Ferronorte, la no viabilidad de la inversión viene del corto período de operación de la Hidrovía y no de la economicidad de las operaciones durante tal período. Como consecuencia, la variante Morrinho no podría cambiar la determinación de factibilidad, sino podría ofrecer una alternativa más conveniente en caso de que los países decidan mejorar el tramo.

La variante Morrinho se justificaría si los beneficios debidos a los ahorros en el costo de transporte con Morrinho compensan los costos adicionales de inversión y mantenimiento de la Hidrovía y la nueva carretera. La Tabla 6.7.17 presenta un resumen de la inversión inicial, costos anuales de mantenimiento y los costos de transporte comparativos para el tramo para los variantes Cáceres y Morrinho.

Tabla 6.7.15
Evaluación de la Alternativa B2 Sin Ferronorte
Variación de Escenarios de Demanda

Resultados	Escenario de Demanda		
	Baja	Media	Alta
Carga sobre la Hidrovía (mil ton)			
1997	7,188	8,597	9,006
2000	8,562	10,275	10,825
2005	10,358	12,604	15,110
2010	12,761	15,682	18,801
2020	18,438	22,320	26,737
Resultados - Inversión Total			
TIR	17%	23%	27%
VAN (12%) - (u\$s mil)	32,005	71,317	105,511
Resultados - Cáceres-Corumbá			
TIR	40%	48%	57%
VAN (12%) - (u\$s mil)	39,275	53,241	68,223

Tabla 6.7.16
Evaluación de la Alternativa B2 Sin Ferronorte
Sensibilidad a Aumentos de Costos

	Aumentos en los Costos de:			
	0%	25%	50%	100%
Costos Cáceres-Corumbá (u\$s millones)				
Inversión Inicial	14.7	18.3	22.0	29.3
Anuales	3.1	3.8	4.6	6.1
Resultados - Cáceres-Corumbá				
TIR	48%	37%	29%	20%
VAN (12%) u\$s millones	53.2	46.0	38.8	24.3

Los ahorros en los costos de obras de dragado del variante Morrinho son compensados por costos mayores de construcción de la nueva carretera y para las instalaciones portuarias. Con la adición de 60 km de transporte carretero, el costo de transporte sube para la variante Morrinho, a pesar del ahorro en el costo hidroviario. Al combinar estos dos factores, resulta imposible que la variante Morrinho sea mejor que Cáceres.

6.7.5 Análisis de Evaluación Financiera

El propósito del análisis financiero es determinar si las alternativas que son económicamente factibles producen flujos de caja financieros suficientes para permitir su implementación y operación. El presente análisis se limita a la alternativa B2 en la situación sin Ferronorte hasta Cuiabá.

En la Tabla 6.7.18 se presenta el cálculo del cobro a usuarios de equilibrio. Se realiza el mismo al calcular el cobro por tonelada transportada necesaria para recuperar toda la inversión en el tramo Cáceres-Coumbá, tanto para el año inicial como para mantenimiento anual. Se supone una tasa de retorno

de 10% que representa el costo de fondos. El cobro a los usuarios de equilibrio es aproximadamente u\$s 2 por tonelada.

En la Figura 6.7.3, se caracteriza la sensibilidad de la demanda sobre el tramo Cáceres-Corumbá en función al cobro a los usuarios, para la misma alternativa y escenario de Ferronorte en 1997. Se ve que a u\$s 0, el volumen de carga es casi 1,4 millones de toneladas. La demanda permanece arriba de 1,3 millones hasta aproximadamente u\$s 3/ton, donde empieza a crecer agudamente. El cobro necesario para recuperar toda la inversión en obras, ayudas a la navegación y costos ambientales (u\$s 2/ton) no afecta a la división modal de forma significativa.

La conclusión del análisis financiero de la inversión en el tramo Cáceres-Corumbá es que sin la terminación de Ferronorte, se puede contemplar el cobro del costo completo de la obra a los usuarios sin afectar la demanda.

6.7.6 Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

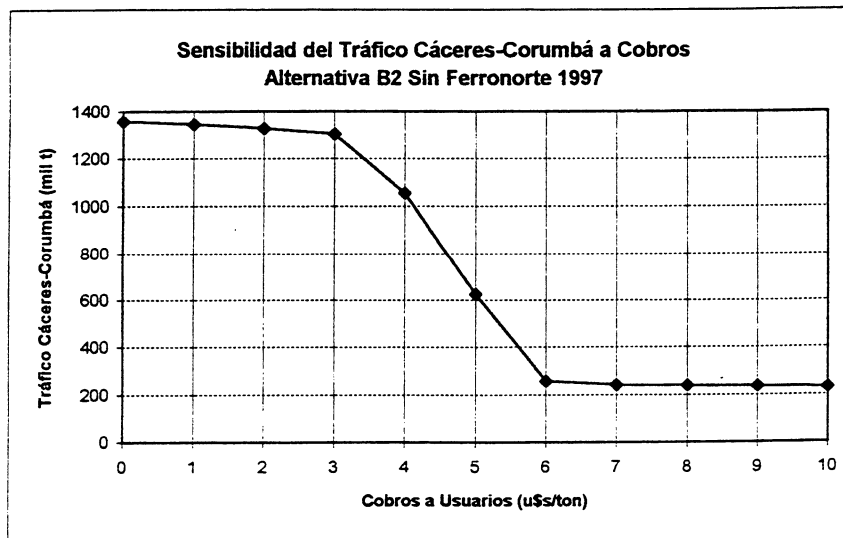
1. El grado de utilización del tramo Corumbá-Cáceres es altamente dependiente del escenario de conclusión de Ferronorte hasta Cuiabá. Sin la presencia de Ferronorte, la Hidrovía representa una alternativa económicamente factible para todos los flujos de exportación de la región. Sin embargo, cuando Ferronorte se realiza, la Hidrovía pierde toda su carga por la división modal basada principalmente en el costo de transporte.

Tabla 6.7.18
Análisis Financiero
Cálculo del Cobro a Usuarios de Equilibrio
 Alternativa B2 (1x2, 1,8 m) Sin Ferronorte

Cobro a los Usuarios (u\$/ton)	2,05
Tasa de Retorno Requerida	10%
Tasa Interna de Retorno (TIR)	10%
Valor Actual Neto (VAN) (u\$ mil)	17,76

Resumen de Flujo de Caja				
Año	Flujos (mil ton)	Ingreso (u\$ mil)	Costos (u\$ mil)	Flujo de Caja (u\$ mil)
1996			(14.659)	(14.659)
1997	1.360	2.788	(3.063)	(275)
2000	1.684	3.452	(3.063)	389
2005	2.280	4.674	(3.063)	1.611
2010	3.023	6.197	(3.063)	3.134
2020	4.905	10.055	(3.063)	6.992

Figura 6.7.3



Cobro a Usuario	Carga (mil ton)
0	1360,1
1	1345,5
2	1327,5
3	1304,8
4	1054,4
5	627
6	258,5
7	243,6
8	240,9
9	237,6
10	233,5

2. Sin la terminación de Ferronorte hasta Cuiabá, la inversión en obras de dragado y balizamiento es económicamente factible. La alternativa B2 (convoy 1x2 con calado de 1,8 m) es la que presenta los mayores índices de rentabilidad, frente a las alternativas de 1 o 4 barcasas . La alternativa B2 produce un VAN de u\$s 53,2 millones y una TIR de 48%, y atrae 1,3 millones de toneladas de carga al tramo Cáceres-Corumbá en 1997 y 4,9 millones en 2020. Complementando la alternativa seleccionada para implementación inmediata del tramo Corumbá-Nueva Palmira (F2E1), con la inversión de B2, los índices de rentabilidad suben de un VAN de u\$s 18,1 millones y TIR de 16% para F2E1 solamente, a u\$s 71,3 millones y 23%, para la inversión conjunta (Tabla 2.16). El costo de obras de dragado, balizamiento y ambiental la alternativa B2, adicional a los costos de Corumbá-Nueva Palmira, se estima en u\$s 14,7 millones para el año de apertura y u\$s 3,1 anuales de mantenimiento.
3. No obstante, estas conclusiones altamente favorables, basadas en la no terminación de Ferronorte hasta Cuiabá, correspondientes a una situación extrema poco probable que denota una gran demanda insatisfecha, se desvanecen si dicha terminación se produce antes del 2005 (la fecha de término prevista, de acuerdo a información dada por la empresa ejecutora, es marzo del 2000) y su costo de operación es de 0,018/tkm, tomado como hipótesis de base. Se ha investigado la experiencia de otras líneas ferroviarias que operan en Brasil y Estados Unidos bajo condiciones similares a la esperada para Ferronorte (cargas a granel con trenes bloque), y se concluyó que el costo de operación de u\$s 0,018 es comparativamente alto. En base al equipo y estructura económica que se espera para Ferronorte, este costo de operación parece razonable y conservador.
4. Sin embargo, si se supone que el ferrocarril se terminara hasta Cuiabá recién en el año 2005, y se operara en Cáceres-Corumbá durante el periodo anterior, los beneficios calculados serían suficientemente altos para aparentemente producir un VAN levemente positivo para la alternativa B2.
5. Por otra parte, existiría una serie de factores que hacen que la operación del tramo Cáceres-Corumbá por sólo 8 años (1997 a 2004) podría no ser viable. Los armadores no podrían recuperar su inversión en la flota de barcasas y empujadores, y como consecuencia, probablemente no correrían el riesgo de invertir frente a la posibilidad de entrada en operación de Ferronorte. Una caída repentina en la operación de un sistema de transporte tan grande como el necesario para manejar más de un millón de toneladas de soja implicaría impactos económicos negativos sobre la economía indirecta desarrollada alrededor de él. Por lo tanto, se considera que la inversión se encuentra en un límite de factibilidad, existiendo importantes factores de riesgo que comprometen la competitividad de la Hidrovía e imponen un difícil dilema a la adopción de una política adecuada de transporte.

6. Los resultados son sensibles a cambios en la fecha de terminación de Ferronorte; en la medida que se postergue, el VAN sube. Esto fortalece el argumento a favor, pero no elimina el inconveniente de operar una vía navegable que al cabo de un cierto período se vería enfrentada a una fuerte competencia que representaría un riesgo para la eficiencia de la flota.
7. El análisis del tramo Cáceres-Corumbá incluye los costos ambientales estimados por el Consorcio Taylor-Golder-Consular-Connal. Es importante mencionar que el Pantanal es un área muy sensible desde el punto de vista ambiental y un recurso natural único a nivel mundial. Un proyecto de obras de dragado y mejoras a la navegación en esta zona quizás debería ser iniciado sólo si los resultados económicos y sociales no puedan ser logrados de otra manera, o sea, mediante el ferrocarril. Los costos ambientales relativamente bajos estimados por el Consorcio TGCC no deben llevar a la conclusión de subestimar el impacto de intervenciones con obras en el Pantanal. La principal limitación se encuentra en la propia concepción de esas obras. Esta, como se expone en la sección 2 del Capítulo 9, se atuvo a la declaración del Gobierno del Brasil allí citada, realizándose un proyecto (especialmente en la alternativa B2) que se reduce a intervenciones mínimas que prácticamente no alteran el carácter natural del curso fluvial.
8. A pesar de los aspectos ambientales mencionados, existen otros factores que no entran al análisis económico, que favorecen el proyecto. La existencia de un modo competitivo al ferroviario podría servir a los intereses de los gobiernos y los usuarios, aumentando la cantidad de opciones y forzando una situación competitiva que garantice que las tarifas permanezcan bajas y mejores servicios de todos los medios. Si algunos usuarios invierten en el sistema de logística entre Mato Grosso y Nueva Palmira antes que Ferronorte, es improbable que abandonen completamente al modo fluvial.
9. Si fuera el caso de que no se construyera Ferronorte hasta Cuiabá por un período suficientemente largo, se pueden sacar determinadas conclusiones subsidiarias para la Hidrovía:
 - a) El método óptimo de operación de barcasas para el tramo Cáceres-Corumbá consiste en el uso de barcasas Jumbo con reconfiguración en Corumbá a convoyes 4x4 para el viaje a Nueva Palmira. Topping off en Corumbá puede producir ahorros en el costo de transporte. Los usuarios no estarán limitados a este sistema y las alternativas de proyecto dejan la libertad de elegir otras opciones. Este método produce costos de transporte Cáceres-Nueva Palmira que varían entre u\$s 20 y 30 por tonelada.
 - b) La alternativa de realizar solamente obras de señalización, evitando totalmente obras de dragado para ensanche de curvas (Tramo B) y

aumento de profundidad (Tramo C), no es económicamente factible. El costo de transporte hidroviario actual (sin ninguna intervención) es del orden de US\$ 48/t, que se reduce a US\$ 43,5/t con las mejoras de la señalización. Las obras de dragado reducen estos costos a valores del orden de US\$ 21,5 a 22,3/t (trayecto Cáceres-Nueva Palmira).

- c) La factibilidad de la inversión bajo el escenario sin Ferronorte hasta Cuiabá, es insensible a variaciones de costo y demanda. B2 genera resultados positivos aún bajo el escenario de demanda baja y aumentos de hasta 100% de los costos iniciales y anuales de obras de dragado.
- d) La variante de reubicar el puerto de Cáceres a Morrinho no mejora los resultados. Los costos de construir un nuevo puerto y la nueva carretera de acceso, aumentando el recorrido de acceso por camión, son mayores que los ahorros en dragados y transporte fluvial. Si se construyera la carretera por otras razones, la variante podría llegar a ser interesante.
- e) Los ahorros en los costos de transporte (sin Ferronorte hasta Cuiabá) serían suficientes para permitir que los usuarios paguen todo el costo de la obra, estimándose un valor de equilibrio de u\$s 2/ton.

Síntesis y Recomendaciones

La justificación económica de inversiones en obras de navegación en el tramo Corumbá-Cáceres de la Hidrovía está afectada por la posible terminación del proyecto ferroviario denominado “Ferronorte” hasta la ciudad de Cuiabá. Las zonas productoras de soja de Mato Grosso se encuentran aproximadamente equidistantes de Cuiabá y Cáceres, punto terminal de la Hidrovía. El proyecto ferroviario que actualmente se encuentra en construcción hasta Chapadão do Sul, se depara, sin embargo, con diversos problemas, inclusive financieros, de forma que su fecha de terminación hasta Cuiabá no está definida con seguridad.

Ante esta situación los consultores han realizado un análisis amplio que incluyó la sensibilidad de los resultados a diversas fechas de terminación de la Ferronorte hasta Cuiabá que, en resumen, concluye:

- al terminar la construcción hasta Cuiabá y comenzar su operación, la Ferronorte absorberá todo el flujo de exportación de soja y la Hidrovía perderá su carga, por la división modal basada principalmente en el costo de transporte;
- si el ferrocarril no entrara en operación hasta al fin del período de análisis en el año 2020, las obras de mejora de la navegación Corumbá-Cáceres constituyen una opción de elevada rentabilidad para toda la Hidrovía desde Cáceres hasta Nueva Palmira;

- si se habilitaran las obras de navegación Corumbá-Cáceres durante el período anterior a la entrada en operación de la Ferronorte, los beneficios respectivos serían suficientes para producir un VAN positivo para la alternativa denominada “B2”, correspondiente a un convoy de 2 barcasas “Jumbo”. Estos beneficios, obviamente, aumentan cuanto más se atrase la operación de Ferronorte, considerando como fecha más temprana el año 2005. Si el ferrocarril entrara en operación en fecha anterior a ese año, las obras de navegación ya no presentan indicadores económicos positivos;
- cuanto más temprana fuere la fecha prevista de entrada en operación del ferrocarril, tanto menor será el interés de los armadores en realizar inversiones en barcasas y remolcadores, ocurriendo lo mismo para las inversiones en instalaciones portuarias.

Ante esta situación los Consultores solo pueden limitarse a exponer los análisis realizados y sus conclusiones que, como se puede verificar por este informe, son amplios y cubren todos los aspectos del problema. Se cree que los mismos son suficientes para fundamentar adecuadamente las decisiones correspondientes a la política de transporte que fuere adoptada por los Países y especialmente por el Brasil.

Si el proyecto Ferronorte se implementara antes de 2005, no se puede recomendar la inversión en mejoras a la navegación en el tramo Corumbá-Cáceres. Sin embargo, para la política de transportes a ser adoptada, existen argumentos favorables a la existencia de un modo de transporte competitivo al ferroviario que garantice que las tarifas permanezcan bajas y que produzca mejores servicios de todos los medios.

Si la decisión fuere la realización de las obras de mejoras a la navegación, la alternativa recomendada es la “B2”, dimensionada para convoyes de 2 barcasas Jumbo. La misma requiere algunas intervenciones mínimas en el tramo del río Paraguay que atraviesa el Pantanal, concebidas de forma que no afecten el carácter natural de ese curso fluvial.

Tabla 6.7.17

**Análisis de la Variante Morrinho
Alternativa B2 (1x2, 1,8 m)**

	Puerto de Origen	
	Cáceres	Morrinho
Inversión Inicial (u\$s mil)		
Obras de Dragado	14,314	6,857
Ayudas a la Navegación	154	131
Ambientales	191	191
Carretera		18,000
Puertos		2,000
Total	14,659	27,179
Costos Anuales (u\$s mil)		
Dragado de Mantenimiento	2,623	1,131
Ayudas a la Navegación	320	272
Ambientales	120	120
Mantenimiento Carretera		1,800
Total	3,063	3,323
Costos de Transporte (u\$s/ton)		
Hidroviario (N. Palmira)	22.34	20.56
Dif. Acceso Carretero		2.40
Total	22.34	22.96

Notas:

- 1 Costo de construcción de carretera es u\$s 300 mil/km.
- 2 Mantenimiento de carretera es 10% de construcción.
- 3 u\$s 2 millones para nuevas instalaciones portuarias.
- 4 Distancia de nueva carretera es 60 km.
- 5 Distancia fluvial Cáceres-Morrinho es 138 km.
- 6 Costos ambientales de la nueva carretera no incluidos.

6.8 EVALUACION DE LA AMPLIACION DE CAPACIDAD DE LA HIDROVIA

En los análisis de optimización de las obras de la etapa de desarrollo, se examinó la factibilidad de dimensionar los canales para convoyes de 20 barcasas “jumbo”, en formación de 4 barcasas de frente por 5 de fondo. Los costos de transporte de esos convoyes resultaron mayores que los de 16 barcasas en configuración de 4x4 puesto que se consideró en principio infactible la adecuación constructiva de determinadas curvas para permitir el paso desimpedido de los convoyes mayores y se consideró la necesidad de fraccionamiento de los mismos en esos lugares. Con estos fraccionamientos y las demoras respectivas, los costos de transporte resultaron mayores que los de convoyes de 4x4. Las curvas que limitan el tamaño de convoyes a un máximo de 16 barcasas son las de Carayacito, Volta Rápida, Volta Rebojo, Formigueiro y Figueirinha.

El análisis que se describe a continuación se destinó a verificar si el futuro aumento de tráfico dentro del período de planificación 1997-2020 permitiría tornar económicamente factible el ensanche de esas curvas para convoyes 4x5.

Se suministraron los siguientes costos estimativos de los ensanches, esto es, los costos adicionales requeridos para el pasaje de convoyes 4x5 en comparación con las curvas dimensionadas para el pasaje de convoyes 4x4:

Curva	Capital (US\$)	Mantenimiento (US\$)
Carayacito	11.000.000	3.000.000
Volta Rápida	6.000.000	1.000.000
Volta Rebojo	8.000.000	2.000.000
Formigueiro	8.000.000	2.000.000
Figueirinha	6.000.000	1.000.000
Total	39.000.000	9.000.000

Estos costos reflejan un orden de magnitud que incluye una movilización de equipos de dragado dividida entre los cinco pasos. Los costos representan gastos de capital para ensanchar las curvas a fin de dar cabida a convoyes de veinte barcasas. Los gastos de dragado de mantenimiento para estos pasos después del ensanche de las curvas también reflejan una sola movilización compartida por los pasos.

Sin el ensanche, se requeriría que los convoyes de 20 barcasas se fraccionen en dos partes para pasar cada curva. Las operaciones de las embarcaciones variarían con respecto a los elementos de tiempo para transponer cada curva con y sin ensanchamiento. Se presentan las estimaciones generales de órdenes de magnitud para los movimientos de convoyes en lo que se refiere a los procedimientos operativos típicos y los requerimientos estimados de tiempo para armado y desarmado en caso de desmembramiento y pasaje

normal por las curvas ensanchadas. No se supone el uso de remolcadores auxiliares.

Se estimaron tiempos promedio para la operación de desmembramiento a fin de determinar el tiempo adicional requerido para la navegación por las curvas restringidas sin ensanche. El ensanche de las curvas permitiría a los convoyes pasarlas sin desmembramiento ahorrando entre tres y cuatro horas por curva. Suponiendo tres horas (180 minutos) de tiempo *adicional* promedio por cada viaje, un viaje de ida y vuelta exigiría aproximadamente seis horas *adicionales*.

Los ahorros computados de los costos operativos en cada curva para todos los remolquesserían los siguientes: (1) \$ 774.000 para 1997; (2)\$900.000 para el2000; (3)\$1.080.000 para el2005; (4)\$1.306.800 para el 2010; y (5) \$1.800.000 para el 2020.

Los costos capitalizados anuales estimados para cada curva para levantar las restricciones a convoyes de veinte barcazas se computaron con tasa de descuento de 12% p.a. para un período de recuperación del capital de 20 años. Los gastos anuales de ensanche de las curvas se expresan como pagos periódicos. Los costos anualizados para cada curva son los siguientes:

Curva	Capital (US\$) (*)	Mantenimiento (US\$)	Total (US\$)
Carayacito	1.500.000	3.000.000	4.500.000
Volta Rápida	800.000	1.000.000	1.800.000
Volta Rebojo	1.000.000	2.000.000	3.000.000
Formigueiro	1.000.000	2.000.000	3.000.000
Figueirinha	800.000	1.000.000	1.800.000
Total	5.100.000	9.000.000	14.100.000

La comparación de los costos de ensanche con los ahorros operacionales muestra que el ensanche de curvas para acomodar convoyes de 20 barcazas no es factible económicamente dentro del horizonte de planificación del año 2020. Es posible que el mismo sería factible en Volta Rapida y Figueirinha a partir de 2020. Sin embargo, la factibilidad económica para el ensanche de Carayacito, Volta Rebojo y Formigueiro requeriría niveles de tráfico expresados en término de convoyes de 20 barcazas de aproximadamente el doble del nivel máximo proyectado para 2020. Esto sugiere que el ensanche podría ser factible durante el próximo horizonte de planificación, hasta el año 2040.

6.9 EVALUACION DE LAS OBRAS DE ESTABILIZACIÓN DE CANALES

El propósito y efecto principales de la estabilización de canales es el aumento en la confiabilidad de mantener dimensiones garantizadas de la vía navegable. Estabilización de canales, si exitosa, debería reducir cambios en el curso del canal, prevenir erosión de márgenes, reducir la probabilidad de sedimentación intensiva en las condiciones hidrológicas más adversas (por ejemplo, el receso abrupto a aguas bajas después de una creciente) cuando el dragado solamente no consigue evitar la pérdida en corto plazo de la profundidad garantizada. Estabilización de canales también podría producir una concentración de obras de dragado en un número menor de localizaciones, lo que produciría una mayor efectividad de los programas de dragado y mantenimiento de las ayudas a la navegación.

Dependiendo de los varios factores hidrológicos y morfológicos, las obras de estabilización podrían reducir o no, el volumen total de dragado de mantenimiento. Los beneficios económicos de la mayor confiabilidad de las dimensiones de los canales son normalmente difíciles de cuantificar y en la práctica de planificación son atribuidos a la eficiencia operativa.

El concepto básico de la estabilización de canales es la compensación entre costos iniciales de obras y la reducción de los costos anuales de mantenimiento. En términos de Valor Actual Neto (VAN), el costo global de proporcionar una vía navegable puede no cambiar significativamente. Como indicado en la sección 18, estimaciones confiables de la efectividad de estabilización de canales sólo pueden ser realizadas después del registro histórico de dragados y el monitoreo del comportamiento de los pasos críticos, complementado por modelos físicos y matemáticos y la observación del comportamiento de los prototipos en el campo.

De todos modos, aún con una alta intensidad de inversiones en obras de estabilización de canales, los primeros efectos de estas obras no se materializarán antes de cinco años como mínimo a partir de la implementación de los mejoramientos recomendados de dragados de apertura. Además, durante ese tiempo los beneficios económicos de las inversiones probablemente serán negativos. Normalmente, en un sistema tan extenso como la vía Paraguay-Paraná los ahorros económicos directos recién empiezan a exceder las inversiones en la estabilización de canales cuando las obras son bien avanzadas y cubren una parte sustancial de la vía navegable; esto no puede esperarse antes de un periodo del orden de 20 años. Si las experiencias de estabilización de canales en los EE.UU., Europa Occidental, Rusia, China y otros sistemas desarrollados de navegación son de alguna forma indicativos y se toman como referencia, se puede predecir que los beneficios económicos completos de la estabilización de canales serían realizados dentro de un plazo del orden de 40 años, o sea más allá del horizonte de planificación.

Si se toma por base el costo anual de mantenimiento de la Fase I del plan de estabilización, como indicado en la sección 4.5.4, se puede admitir, para una evaluación aproximada, que se tendrían ahorros de 10% (US\$ 100.000/año) en los primeros 5 años, y de 50% (US\$ 500.000/año) en períodos siguientes.

Considerando el costo aproximado de US\$ 6,6 millones del primer quinquenio del plano (Tabla 4.5.3) concentrado en el año 2, 5, y la tasa de descuento de 12% p.a., se tendría, en términos de valor presente:

Costo (VP): US\$ 4,97 millones
Ahorros de mantenimiento (VP): US\$ 2,73 millones

La tasa interna de retorno es del orden de 7% p.a.

En las fases siguientes, sin embargo, los ahorros de mantenimiento podrán compensar los costos de las obras de estabilización. Suponiendo que con la totalidad del programa se podrían ahorrar 50% de los costos de mantenimiento de US\$ 10,8 millones/año (Capítulo 16), o sea, US\$ 5,4 millones/año, el valor presente de esos ahorros sería (con $i=12\%$ p.a) del orden de US\$ 45 millones, compensando el costo total estimado del programa, de US\$ 33 millones. Cabe agregar también los beneficios que se deberán obtener por mejoras de las condiciones, y correspondientes reducciones de tiempos de navegación, cuya estimación resulta prácticamente imposible sin observaciones posteriores a los dragados de apertura y simulaciones matemáticas basadas en el proceso de diseño de las obras de estabilización descrito en la sección 4.5.

De cualquier manera, los valores aquí consignados solo pueden ser indicativos y aproximativos de grandes líneas. Se confirma, sin embargo, lo dicho más arriba, de que un programa de obras de estabilización es un proceso de largo plazo, en cuya fase inicial los beneficios económicos de las inversiones probablemente serán negativos. A ejemplo de lo que ocurrió en otras grandes vías de navegación ya desarrolladas en el mundo, los ahorros económicos directos recién empiezan a exceder los costos una vez que las obras estén avanzadas y cubran una parte sustancial de la vía navegable, lo que no puede esperarse antes de un período del orden de 20 años.

6.10 EVALUACIÓN DE ACCESOS PORTUARIOS

Los montos totales estimados a los costos de accesos a puertos fueron de US\$ 3.532 y US\$ 1.652 millones para el dragado de capital y mantenimiento, respectivamente, para los siguientes puertos (estimaciones de dragado de capital y mantenimiento entre paréntesis): (1) Barranqueras (US\$ 1.146.000 / US\$ 515.700); (2) Central Aguirre (US\$ 451.400/US\$ 203.100); (3) Corumbá Ladario (US\$ 636.000 / US\$ 376.400); (4) Concepción (US\$ 1.005.900 / US\$ 264.000); y (5) Asunción (US\$ 293.000 / US\$ 293.000). Estos costos se incluyeron como representativos de los costos de

accesos portuarios para el sistema de la Hidrovía y como tales no reflejan una evaluación de la factibilidad económica o financiera de costo/beneficio para puerto individuales con respecto a los flujos de carga para las condiciones con y sin proyecto. Los accesos han sido examinados bajo el punto de vista de los convoyes de barcazas que son el motivo de los presentes estudios. Se ha verificado, en tal sentido, que los accesos a puertos de Santa Fé y aguas abajo, al ser dimensionados para navíos oceánicos, ofrecen suficiente calado y espacios de maniobra también para convoyes.

Se han sumado costos de los accesos portuarios para la evaluación del orden de magnitud de su impacto sobre los análisis económicos de la Hidrovía. En principio, los costos de accesos portuarios podrían ser atribuidos específicamente a cada puerto o bien al sistema de navegación como un todo, incluyendo los costos portuarios. Para los propósitos del presente estudio de factibilidad, los costos estimados han sido aplicados a toda la Hidrovía. Los impactos en el TIR y VAN son relativamente menores para la alternativa recomendada, E2E1. Esta alternativa presenta valores TIR y VAN de 15% y \$15.658 millones, respectivamente, comparados con 18% y \$27.967 millones, excluyendo los costos de acceso a puertos. La inclusión de los costos de los accesos no afectaría, por consiguiente, las conclusiones generales de los análisis, aunque, como queda dicho, esa inclusión, solamente sería propia en un análisis integrado Hidrovía-Puertos.

En el Plan General de Inversiones de la sección 9, se han incluido los costos de los accesos portuarios solamente como una referencia “pro-memoria” y para presentar una visión completa de los análisis realizados.

6.11 COMPLEMENTACION DE LA EVALUACION ECONOMICA DE LA HIDROVIA

Para complementar la evaluación económica realizada en la parte 6.6, considerando las mejoras a la Hidrovía del tramo Corumbá - Nueva Palmira, es necesario agregar los beneficios y costos correspondientes a las obras consideradas en las secciones 6.7 a 6.10:

- . costos de obras de dragado y balizamiento recomendadas para el tramo Cáceres-Corumbá, y beneficios correspondientes;
- . costos y beneficios del programa de obras de estabilización de canales;

En el escenario más probable, de que el ferrocarril FERRONORTE se termine hasta Cuiabá antes de 2005, no se recomiendan mejoras al tramo Cáceres-Corumbá, y por consiguiente no hay cambios a los beneficios y costos utilizados en la evaluación económica de la parte 6.6, y, como consecuencia, no es necesario modificar el análisis de optimización.

Los costos de las obras de estabilización de canales están incluidos en la evaluación del programa de desarrollo de largo plazo de la Hidrovía del punto 9, junto con las conclusiones correspondientes sobre su conveniencia.

En el escenario poco probable de que la FERRONORTE no se complete hasta Cuiabá en el período de análisis, la inversión en Cáceres-Corumbá atraería carga al río y ofrecería un retorno rentable. Como análisis de sensibilidad, se tomó la alternativa F2E1 (Corumbá-Nueva Palmira) y B2 (Cáceres-Corumbá) como base, y se compararon varias alternativas de ampliar el tramo Corumbá-Nueva Palmira. La Tabla 6.11.1 resume los resultados de la evaluación de las alternativas F2F1 (convoy 4x5 con 2,6 m. de calado en Corumbá-Asunción), F2E2 (4x4 con 3,0 m. de calado de proyecto) y F2F2 (4x5 con 3,0 m. de calado de proyecto en todo el río). Se desprende claramente que la ampliación del canal más allá de la alternativa seleccionada por implementación inmediata (F2E1) no se justifica. El VAN combinado de u\$s 71,3 millones para la alternativa F2E1 disminuye a cada incremento de costo. Los ahorros en costos de transporte son mínimos, mientras que se requieren inversiones importantes en las obras de dragado.

Cabe enfatizar que éste es un análisis teórico basado en la hipótesis de no implementar Ferronorte hasta Cuiabá, así que los resultados globales positivos de la alternativa F2E1-B2 no deben conducir a una interpretación de factibilidad económica.

La conclusión de este aspecto del análisis de complementación es que aún con las condiciones teóricamente más favorables, no se puede justificar una ampliación de la alternativa F2E1 de Corumbá-Santa Fe. Efectivamente, esta alternativa virtualmente proporciona la capacidad máxima para la vía y el aumento de demanda no tiene incidencia sobre la decisión tomada.

Tabla 6.11.1

HIDROVIA PARANA-PARAGUAY
Resultados del Análisis Económico

Alternativa Cáceres-Corumbá	Caso Base	B2	B2	B2	B2
Alternativa Corumbá-Nueva Palmira	Caso Base	F2E1	F2F1	F2E2	F2F2
Convoy de diseño					
Santa Fe-Asunción	4x4	4x5	4x5	4x5	4x5
Asunción-Corumbá	3x4	4x4	4x5	4x4	4x5
Corumbá-Cáceres		1x2	1x2	1x2	1x2
Calado de diseño (m.)					
Santa Fe-Asunción	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Asunción-Corumbá	2,0	2,6	2,6	3,0	3,0
Corumbá-Cáceres		1,8	1,8	1,8	1,8
Horas diarias de navegación	18	22	22	22	22
Escenario de Ferromonte					
Año de Implantación - Culabá	2021	2021	2021	2021	2021
Costo por mil TKU (u\$s) - 1997	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Costo por mil TKU (u\$s) - 2005	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Escenario de Demanda	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Inversión inicial en precios de mercado (us\$ miles)					
Obras de Dragado	29.944	94.832	102.072	113.953	123.023
Ayudas a la Navegación	-	7.418	7.418	7.418	7.418
Costos Ambientales	-	191	191	191	191
Total	29.944	102.441	109.681	121.562	130.632
Costos Anuales en precios de mercado (us\$ miles)					
Obras de Dragado	6.618	17.651	18.550	21.824	22.729
Ayudas a la Navegación	-	4.208	4.208	4.208	4.208
Costos Ambientales	-	120	120	120	120
Total	6.618	21.979	22.877	26.152	27.057
Costo adicional al Caso Base (us\$ miles)					
Inversión Inicial		72.497	79.737	91.618	100.688
Mantenimiento Anual		15.361	16.259	19.534	20.439
Costo adicional a la alternativa F2E1 (us\$ miles)					
Inversión Inicial			7.240	19.121	28.191
Mantenimiento Anual			899	4.173	5.078
Costo incremental (us\$ miles)					
Inversión Inicial			7.240	11.881	9.070
Mantenimiento Anual			899	3.274	905
Flujos de carga sobre la Hidrovia (miles de toneladas)					
1997	6.138	8.597	8.597	8.601	8.601
2000	7.304	10.275	10.275	10.278	10.278
2005	8.778	12.604	12.604	12.606	12.606
2010	10.704	15.682	15.682	15.684	15.684
2020	14.275	22.320	22.320	22.324	22.324
Ahorros costos de transporte comparados con el Caso Base (us\$ miles)					
1997		17.731	17.731	18.230	18.230
2000		21.024	21.024	21.614	21.614
2005		26.900	26.900	27.671	27.671
2010		35.776	35.776	36.780	36.780
2020		55.052	55.052	56.544	56.544
Ahorros costos de transporte comparados con la alternativa F2E1 (us\$ miles)					
1997			-	498	498
2000			-	590	590
2005			-	771	771
2010			-	1.004	1.004
2020			-	1.492	1.492
Beneficios adicionales (u\$s miles)					
1997		3053	3053	3174	3174
2000		3535	3535	3674	3674
2005		4511	4511	4689	4689
2010		5758	5758	5985	5985
2020		9379	9379	9749	9749
Resultados de la inversión total (comparado con el Caso Base)					
Tasa Interna de Retorno		23%	20%	17%	15%
Valor Actual Neto @ 12%		71.317	60.628	38.977	26.874
Resultados de la inversión incremental (comparado con la alternativa F2E1)					
Tasa Interna de Retorno			<0%	<0%	<0%
Valor Actual Neto @ 12%			(10.689)	(32.340)	(44.443)
Flujos por producto - 1997 (mil ton)					
Soja en grano	977	1.760	1.760	1.761	1.761
Farelo de soja	1.014	1.690	1.690	1.691	1.691
Total	6.083	8.597	8.597	8.601	8.601
Calado ponderado					
Soja (Corumbá-Nueva Palmira)	3,17	3,32	3,32	3,37	3,37
Soja (Cáceres-Corumbá)	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89
Costo unit. de mercado de transporte fluvial (us\$/ton)					
Corumbá-Nueva Palmira (soja)	16,75	12,96	12,96	12,83	12,83
Cáceres-Nueva Palmira (soja)	47,89	22,34	22,34	22,27	22,27
Cáceres-Corumbá (soja)	21,77	21,77	8,62	8,62	8,62
Inversión inicial en precios económicos (us\$ miles)					
Dragado	25183	79754	85842	95834	103462

7. ESTRUCTURA INSTITUCIONAL Y ADMINISTRATIVA PARA LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO

De acuerdo a los Términos de Referencia, este estudio debía realizarse en el caso de que “las decisiones del Comité Intergubernamental en materia de estructura institucional y regulatoria de la Hidrovía no estén terminadas al completarse este estudio”, verificándose, efectivamente, esta necesidad.

Fue así realizado un extenso compendio de antecedentes y documentos suscriptos por los Países Miembros de la Cuenca del Plata y del CIH, relacionados con la Hidrovía y con protección ambiental, además de las leyes y reglamentaciones nacionales relacionadas con los mismos temas. Fueron también compendiadas y analizadas las formas de organización institucional de dos Convenciones de Navegación que por su marco multinacional resultaban de interés: las relativas a los ríos Rhin y Danubio. Se examinó también la ley nacional de 1969 sobre política ambiental de los Estados Unidos de América.

Los documentos básicos que instituyeron el marco institucional de la Hidrovía, son:

- . El Tratado de la Cuenca del Plata, firmado en Brasilia el 23 de abril de 1969 por los cancilleres de los cinco países de la Cuenca del Plata: Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay, que constituye el documento madre, fundamental e inmediato que sirve de marco a la posterior inserción del Programa de la Hidrovía Paraguay-Panamá (Puerto de Cáceres - Puerto de Nueva Palmira);
- . El Acuerdo de Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay-Panamá (Puerto de Cáceres - Puerto de Nueva Palmira), suscripto el 26 de junio de 1992 en Las Leñas, Mendoza, República Argentina, que constituye uno de los instrumentos jurídicos más importantes logrados en los últimos años por los Países de la Cuenca del Plata por su significación política, económica, comercial y proyección futura. El acuerdo se integra con diversos Protocolos Adicionales que, en su conjunto, conforman el estatuto jurídico de los grandes ríos de la Cuenca del Plata e intenta adecuarse al desarrollo de la interdependencia y globalización económica, así como a las políticas regionales de apertura y a la cooperación regional que vienen llevando a cabo los países signatarios. El Acuerdo incorpora:
 - . El Comité Intergubernamental de la Hidrovía (CIH), órgano del Tratado de la Cuenca del Plata, como órgano político.
 - . La Comisión del Acuerdo, como órgano técnico: “La Comisión será el órgano técnico para la aplicación, seguimiento y desarrollo del

Acuerdo dentro de competencias que le son atribuidas en su articulado”.

La situación institucional actual, emergente del Tratado de la Cuenca del Plata, del Acuerdo de Transporte Fluvial y de otras disposiciones y Resoluciones, ha sido interpretada por el Consultor y volcada sintetizadamente en el organigrama de la Fig. 7.1 que, a su juicio, merece el carácter de tentativo en razón de los estudios encomendados por los Cancilleres, relativos a modificaciones de los organismos y sus interrelaciones.

Los análisis efectuados de los diversos órganos indicados en la Figura 7.1 y sus interrelaciones, y también las deliberaciones realizadas en las Reuniones de los días 6, 7 y 8 de Diciembre de 1996 en Punta del Este por los Cancilleres, Representantes y Delegados de los Países Miembros del Tratado de la Cuenca del Plata, del Acuerdo de Transporte Fluvial y organismos vinculados, han puesto de manifiesto la necesidad de que la estructura institucional de la Hidrovía sufra algunas transformaciones y ampliaciones en sus aspectos operativos con el objeto de hacer factible el Proyecto Hidrovía.

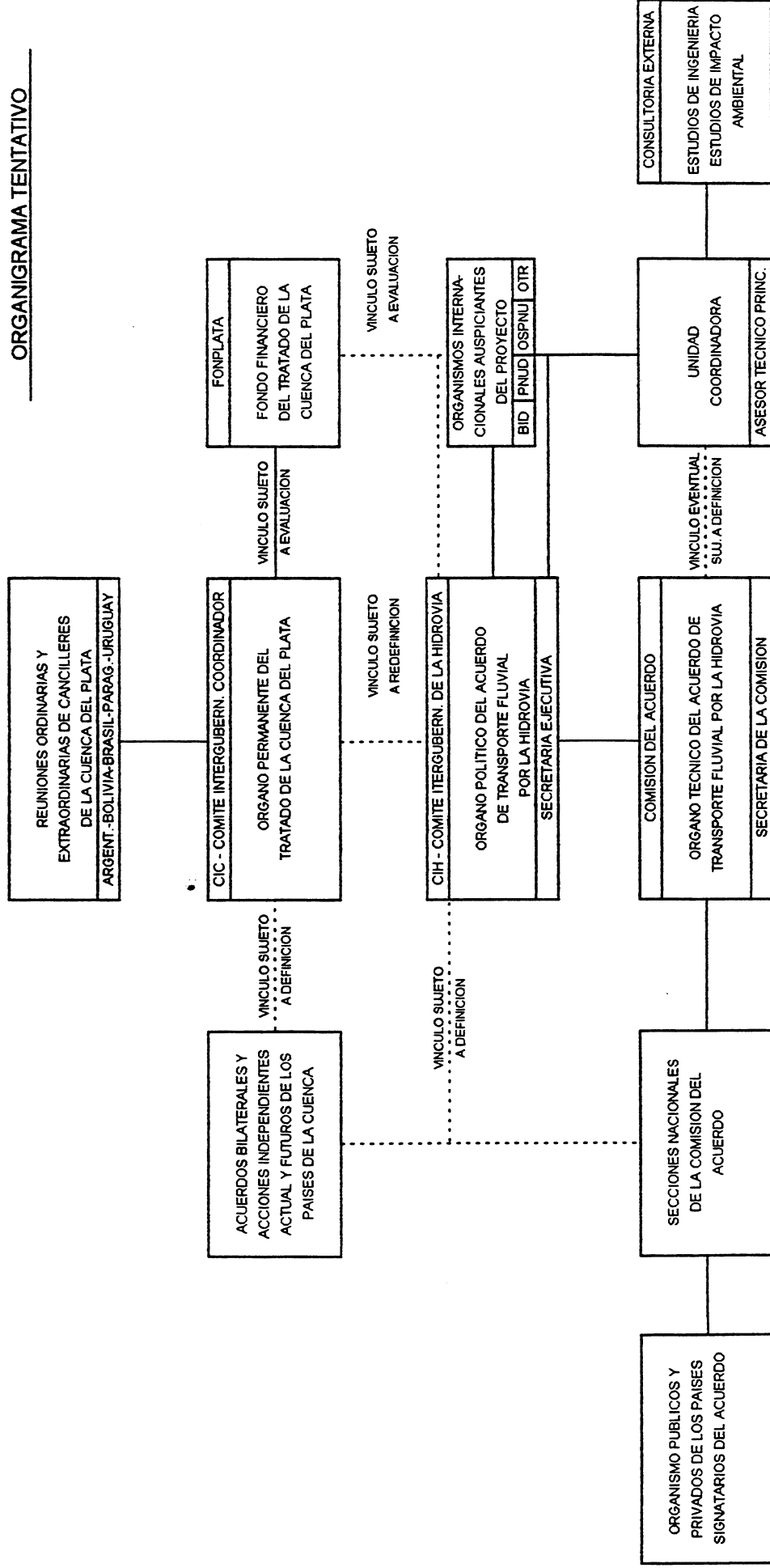
El alcance de esas adaptaciones y los cambios que pudieran sobrevenir como resultado de los estudios encomendados en referidas Reuniones, son percibidos como avances favorables a los fines de la futura implementación del Proyecto, suponiéndose que, en lo esencial, el marco jurídico institucional permanecerá inalterado.

La sanción del Reglamento Interno de la Comisión del Acuerdo de Transporte Fluvial, la definición de las Secciones Nacionales y la integración de “la Comisión” con Delegados de las respectivas Secciones Nacionales, son pasos concretos que afirman a ésta en su carácter de Órgano Técnico del Acuerdo, encargado de la “aplicación, seguimiento y desarrollo del Proyecto”, por lo cual el Consultor interpreta que existe una tendencia - aunque aún no expresada en detalle - para que “la Comisión del Acuerdo” asuma las funciones de órgano con ingerencia en las tareas de supervisión inherentes a la programación, ejecución y contralor de las mejoras a introducir en la Hidrovía, en el posterior mantenimiento de las mismas y en la administración del sistema de navegación.

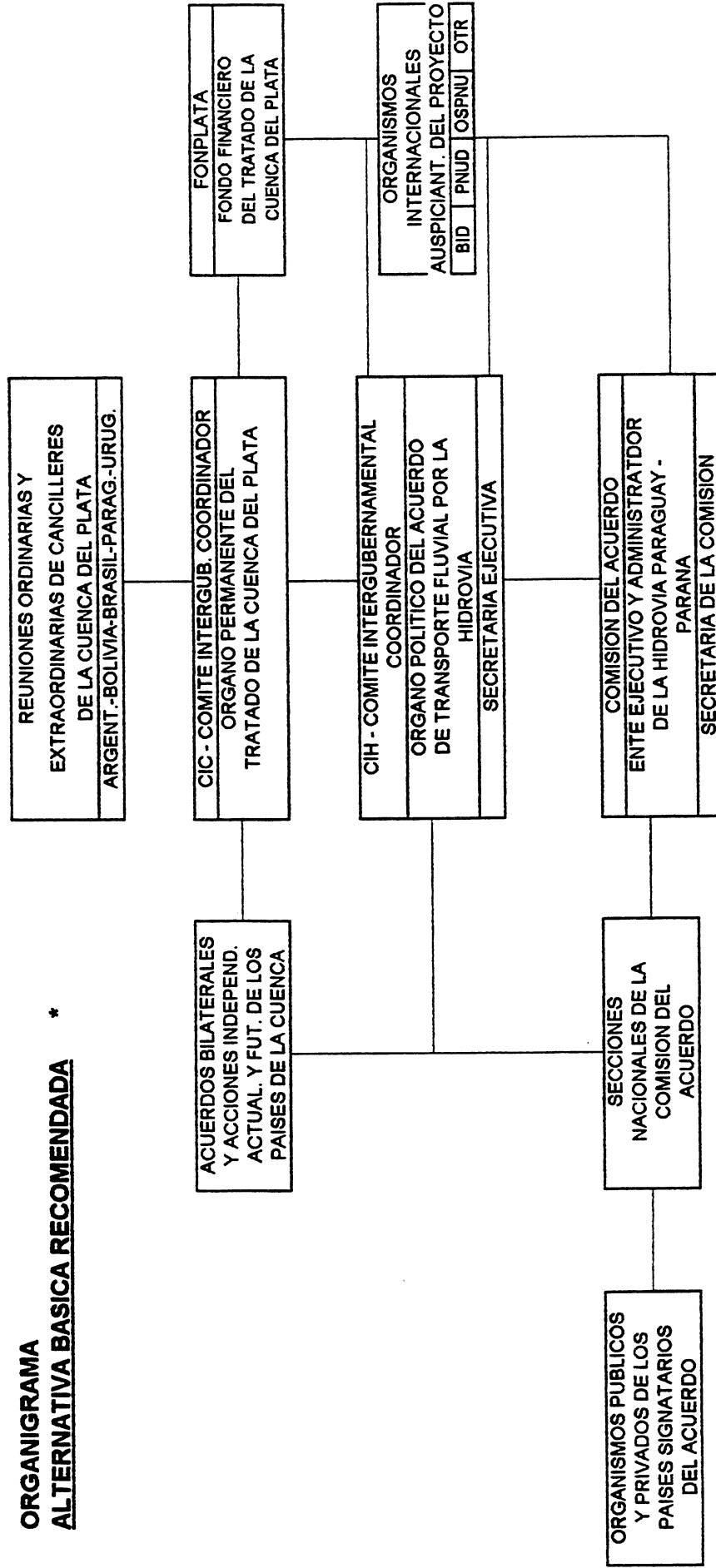
Se han analizado diversas alternativas para la organización y gestión del Programa Hidrovía, representadas en los organigramas de las Figuras 7.2, 7.3 y 7.4.

En base a esos análisis se han establecido las recomendaciones que se resumen a continuación:

ORGANIGRAMA TENTATIVO

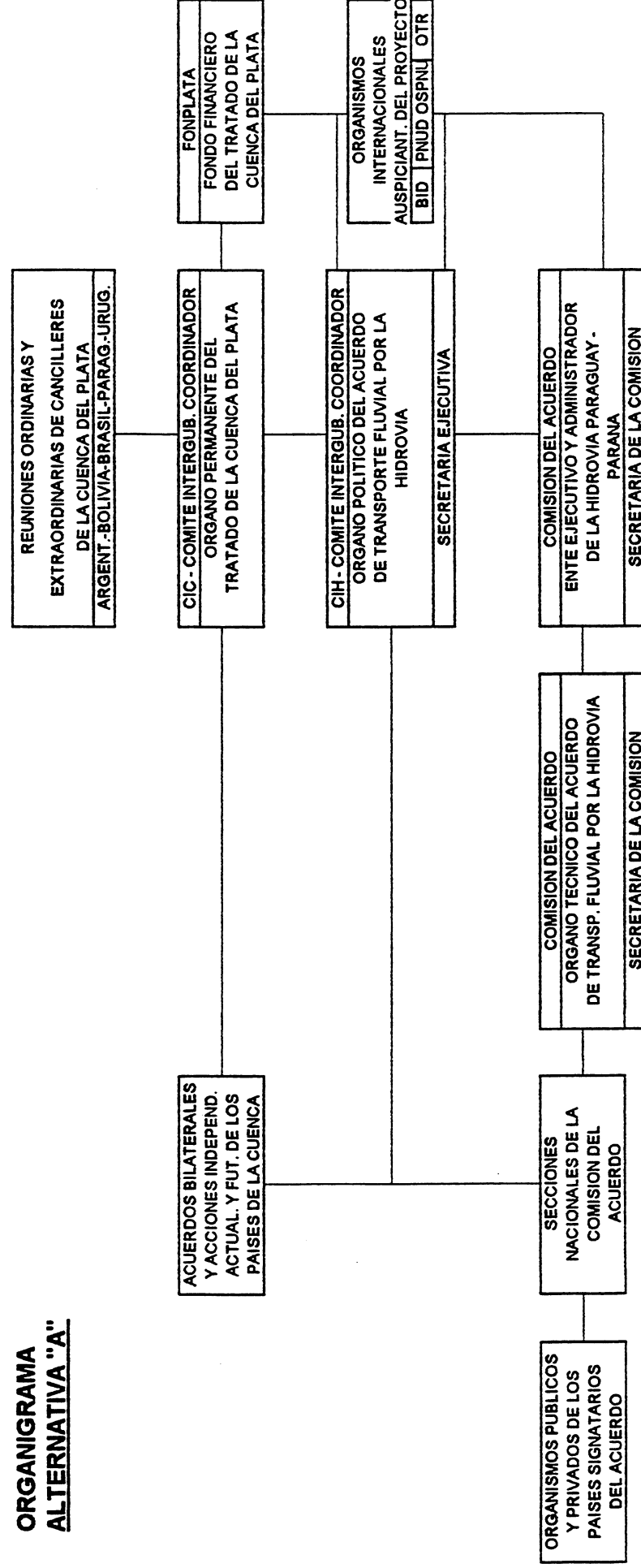


ORGANIGRAMA
ALTERNATIVA BASICA RECOMENDADA *



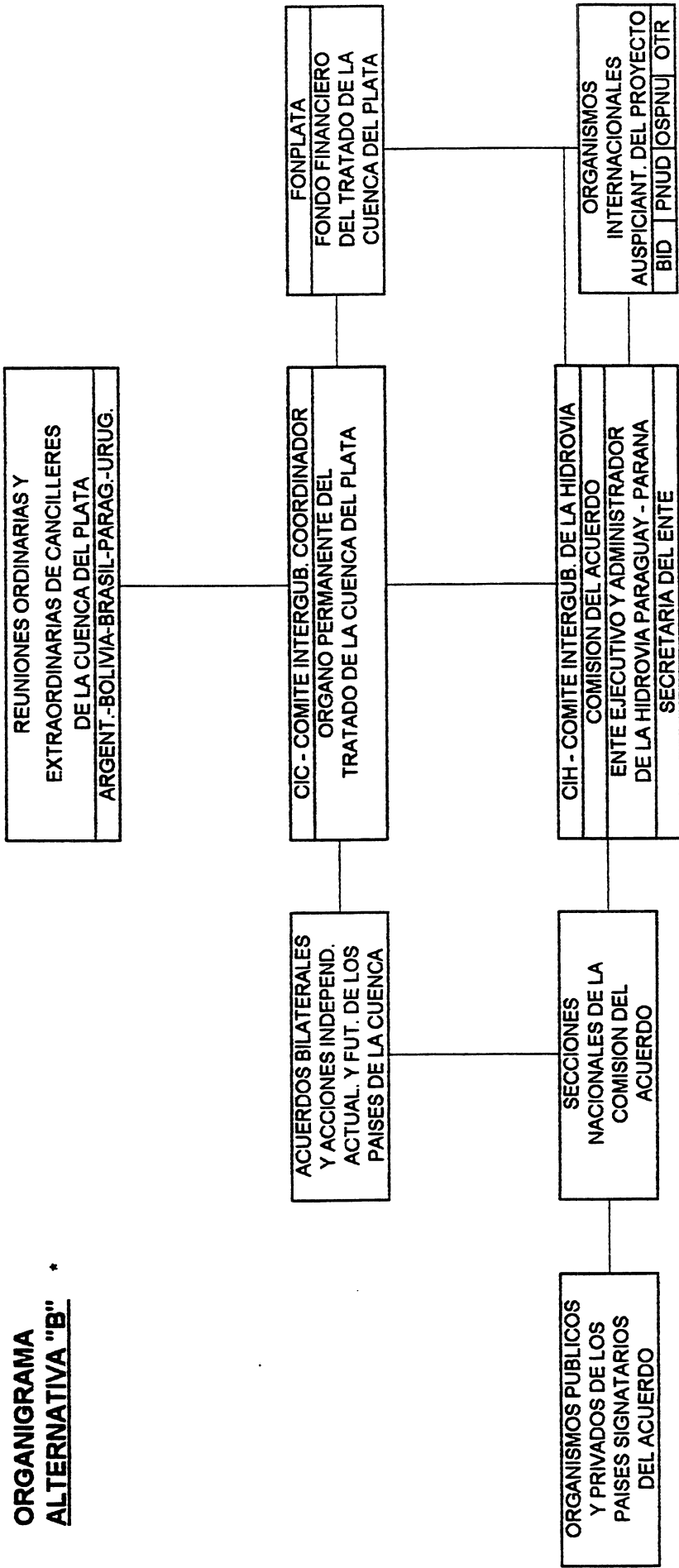
- * EL ENTE se establece a partir de la Comisión del Acuerdo como un nuevo órgano ejecutivo y administrador de la Hidrovía con personería jurídica internacional. EL CIH permanece como órgano de control y decisión superior de los Países, debiendo contemplarse la nueva situación para redefinir las funciones e interrelaciones de ésta con el ENTE y con los órganos del Tratado de la Cuenca del Plata y del Acuerdo de Transporte Fluvial.

ORGANIGRAMA ALTERNATIVA "A"



* EL ENTE se establece como un órgano ejecutivo y administrador de la Hidrovía con personería jurídica internacional. El CIH ya la Comisión del Acuerdo permanecen dentro del organigrama, debiendo adecuarse sus funciones básicas e interrelaciones a la situación

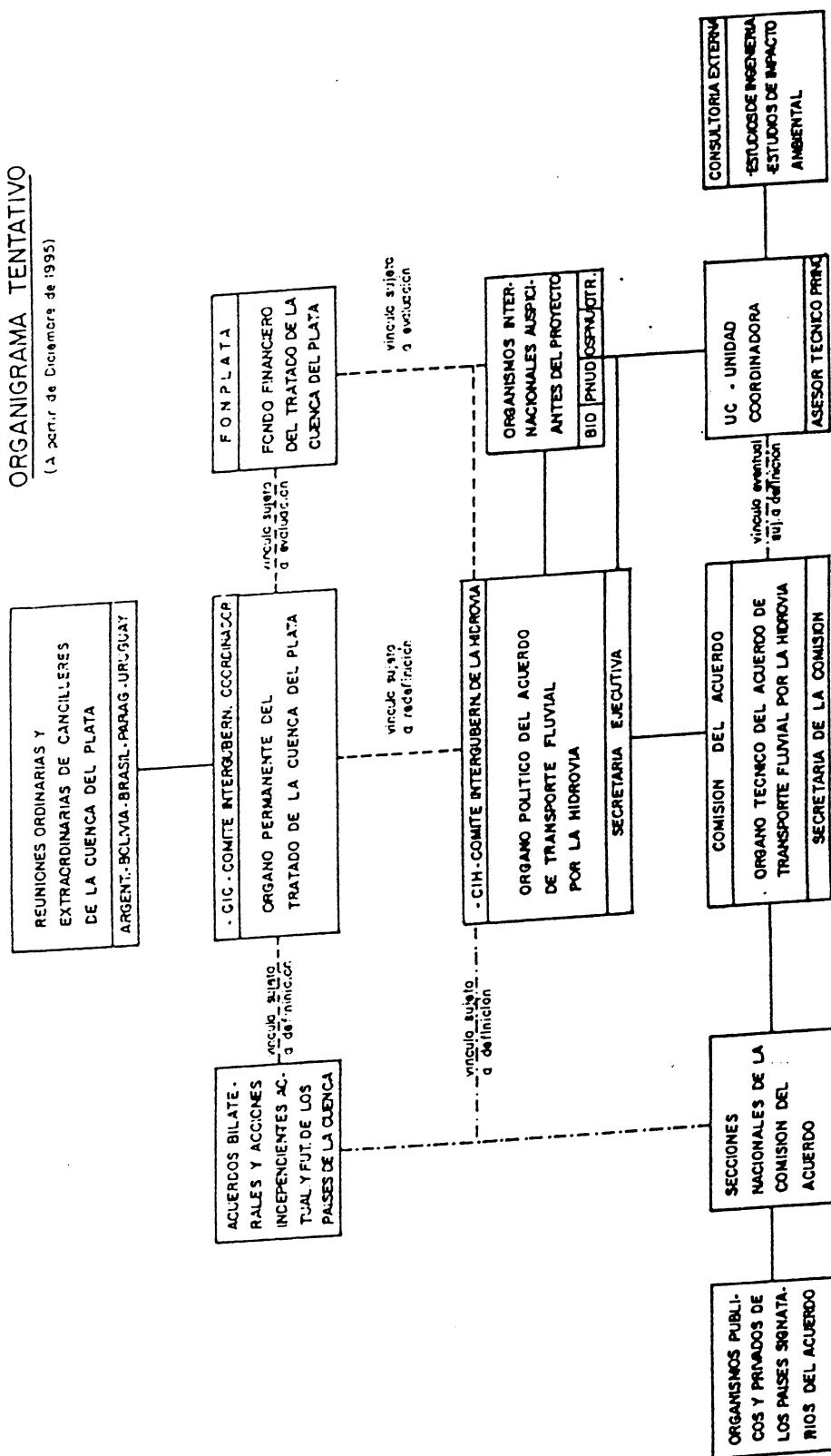
**ORGANIGRAMA
ALTERNATIVA "B"** *



* EL ENTE se establece a partir del CIH ya la Comisión del Acuerdo como un órgano ejecutivo y administrador de la Hidrovia con personería jurídica Internacional.

Figura 7.1

ORGANIGRAMA TENTATIVO
(A partir de Diciembre de 1995)



a. Consideraciones generales

Los instrumentos convencionales que rigen actualmente las relaciones entre los cinco países integrantes de la Cuenca del Plata - ribereños de la Hidrovía - tratan numerosas cuestiones relativas a los objetivos básicos, formas de representación de las Partes, creación de los Organos del Programa y establecimiento de sus funciones y - a través de los Protocolos y Reglamentos - temas específicos que hacen a la normativa general de asuntos relacionados con la navegación.

Se considera que esos instrumentos han servido eficientemente para desarrollar las acciones primarias y que, a partir del momento que se cuente con los resultados de los estudios de factibilidad de ingeniería y los proyectos de mejoras con sus costos estimados, se iniciará una nueva etapa. Esta etapa, eminentemente ejecutiva, tendrá como objetivos prioritarios la realización de las obras, su contralor, y la administración posterior del sistema de navegación.

Evidentemente, una más amplia y distinta demanda de funciones será incorporada, por lo que se hará necesario establecer otras atribuciones institucionales y obligaciones de las Partes Signatarias de los Acuerdos, para que la puesta en marcha del Proyecto y su implementación pueda hacerse efectiva.

b. Recomendaciones básicas

La Asociación considera, con carácter de recomendación, primera y principal, que el Acuerdo de Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay-Paraná, del 26 de junio de 1992, debería ampliarse mediante el compromiso formal de los cinco Estados Miembros de ejecutar y mantener las obras que permitan asegurar la navegabilidad de la Hidrovía.

Asimismo se recomienda:

- evaluar - por intermedio de las Autoridades competentes - la conveniencia de ampliar las atribuciones y obligaciones del Organo Político - CIH - y del Organo Técnico - Comisión del Acuerdo -, para cumplir las nuevas funciones ejecutivas que demandará la implementación del Proyecto.
- evaluar - paralelamente - la conveniencia de establecer un Ente de los Países Signatarios - de carácter semejante (incluyendo personalidad jurídica) a los existentes en otros sistemas hidrográficos afectados a la navegación.

En opinión del Consultor - atendiendo las atribuciones hasta ahora conferidas - la Comisión del Acuerdo de Transporte Fluvial por la Hidrovía, sería el órgano elegible al que se le podrían ampliar y adecuar funciones reglamentarias, incluyendo personería jurídica y capacidad ejecutiva suficiente para servir a la implementación del Proyecto.

c. Recomendaciones sobre Aspectos Operativos

c.1 Programación de las Obras

Se recomienda la intervención de “la Comisión” para que los Países Miembros puedan expresar sus opiniones al respecto, a través de sus Secciones Nacionales, y el CIH cuente con el asesoramiento técnico necesario para emitir dicha aprobación.

c.2 Responsabilidad de la ejecución de las obras de mejoras y mantenimiento

Se recomienda que la responsabilidad de la ejecución de las obras sea asumida por los países ribereños en los tramos bajo su jurisdicción. En los tramos de jurisdicción compartida, se recomienda que la responsabilidad y modalidad de ejecución, financiamiento y pago de los trabajos de mejora y mantenimiento sea acordada entre los respectivos países.

Sin embargo, como se observa en la sección 8.2, referente a la implementación financiera de las obras del Tramo Santa Fe-Corumbá, una ejecución y operación de las obras de navegación dividida de acuerdo a las jurisdicciones político-territoriales en que se ubican, llevaría a una repartición altamente desproporcional de sus costos y beneficios entre los países ribereños. Se recomienda por ello considerar como alternativa el establecimiento, mediante tratado o acuerdo entre esos países, de un *régimen de condominio de propiedad* del área abarcada por el canal de navegación, sus obras e instalaciones de señalización. Este régimen posibilitaría la negociación y celebración de convenios entre los países que acuerden el régimen de condominio, fijando la participación de cada uno en los costos y beneficios producidos por las obras de navegación.

La propia ejecución y operación de las obras podría quedar a cargo de una entidad política supra-nacional definida en el propio Tratado o convenio. Sin embargo, la constitución de este tipo de entidades (como Yaciretá e Itaipú), ya no es más considerada por los países (Argentina, Brasil y Paraguay) que llevaron a su constitución. En su lugar se considera actualmente la modalidad de ejecución y explotación de las obras mediante *concesión a entidad de derecho privado*, por un periodo de tiempo limitado (la concesión a Yaciretá e Itaipú lo es por tiempo indefinido), a ejemplo de las concesiones otorgadas para las vías Santa Fe-Océano y Canal Martín

García. De esta forma, la participación estatal podría quedar limitada a una comisión o comité, creado por el Tratado o acuerdo, cuyas funciones estarían limitadas a la *promoción e implementación* de la ejecución y explotación de las obras, incluyendo su licitación, contratación y fiscalización.

Se recomienda que los proyectos y su ejecución cuenten con la supervisión de “La Comisión”, en cuanto al cumplimiento técnico previsto en el Acuerdo de Transporte Fluvial y sus Protocolos actuales y futuros. Dicha supervisión podrá ser ejercida con la colaboración de las respectivas Secciones Nacionales.

c.3 Financiación y pago de las obras, sea por el valor total o parcial de la licitación.

Se recomienda a los países que lo requieran, someter a la evaluación del FONPLATA cada proyecto de mejora sectorial de la Hidrovía, con su correspondiente estudio de preinversión y la justificación del monto de financiamiento requerido, con la constancia de que el préstamo a conceder será devuelto por el propio país solicitante, que tendrá a su cargo el pago de las obras. El proyecto deberá contar con la intervención previa de la Comisión del Acuerdo, la que emitirá la justificación técnica del monto de la obra.

En caso de dos países limítrofes ribereños, cada país se hará responsable de la suma que requiera en orden al monto de los trabajos a su cargo expresados en el acuerdo binacional, y el pago de las obras será efectuado por cada país ejecutante de los mismos. Se recomienda, sin embargo, dar cabida, en lo que se refiere a la ejecución, pago y financiamiento de las obras de navegación, al concepto de **Concesión de Obra Pública**. Una concesión podrá extenderse conjuntamente a tramos de jurisdicción individual y compartida, sin afectar el ejercicio de la soberanía territorial dentro de los límites nacionales. El concepto permite, como consecuencia más importante, dividir las responsabilidades de pago y financiamiento de las obras, de acuerdo al uso previsto de las mismas por cada participante, en condiciones que podrán ser negociadas y establecidas en los Acuerdos a ser celebrados entre los países interesados.

c.4 Sistema de ejecución y contratación de las obras

Se recomienda que toda obra de dragado, señalización, encauzamiento, etc. de la vía navegable que realicen los países ribereños, sea puesta previamente en conocimiento de la Comisión, a fin de su registro y respectiva información a las respectivas Secciones Nacionales.

c.5 Régimen legal de la licitación y contratación

Se recomienda que el régimen legal para la contratación de mejoras a la Hidrovía sea el del país ribereño que contrae la obligación de la ejecución.

Se recomienda asimismo, que en los tramos de la Hidrovía que forman frontera, el régimen de aplicación sea el que se establezca por acuerdo de los Estados Limítrofes o, en su defecto, el del país que ejecute los trabajos.

d. Funciones y Organizaciones de la Comisión del Acuerdo y de las Secciones Nacionales

d.1 Comisión del Acuerdo

Las **Funciones** de la Comisión del Acuerdo están definidas - de una manera general - por los Artículos 22 y 23 del Acuerdo de Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay - Paraná, y por el Artículo 5 de su Reglamento Interno, aprobado el 06/12/1995.

Por otra parte, en la sección anterior, **Recomendaciones sobre Aspectos Operativos**, al analizarse algunas de las cuestiones inherentes a la Implementación del Proyecto el Consultor ha propuesto o recomendado la necesaria intervención de la Comisión en esas cuestiones, dada su inserción como Órgano Técnico en el Organigrama Institucional del Acuerdo.

La Comisión del Acuerdo resulta el órgano obligado por el marco legal vigente y propuesto por el Consultor, para asumir las funciones y responsabilidades establecidas en el Acuerdo y el Reglamento y que - a ese mérito - sus funciones y atribuciones deberán ser ampliadas, detalladas y reglamentadas por el CIH, que es el órgano competente a tales efectos.

De ese modo se evitarán eventuales conflictos de interpretación, superposición de funciones - de por sí onerosas - y se logrará el emergente consenso necesario para el proceso de integración operativa, objetivo práctico principal del Tratado de la Cuenca del Plata y del Acuerdo de Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay-Paraná.

Esta tarea de perfeccionamiento - de indudable magnitud - demandará un lapso considerable y podrá ser llevada a cabo por grupos técnicos ad-hoc de los Países Miembros, o por Delegados de las Secciones Nacionales y/o por consultores contratados a ese fin, los que deberán trabajar en estrecha cooperación con las organizaciones responsables de los países participantes y con el CIH.

El esquema organizacional básico previsto en el Reglamento Interno podría ser consolidado con algunos cambios aconsejables desde el punto de vista operativo, como ser, el otorgamiento de Personería Jurídica - que implicará facilidades para contratar estudios, personal, equipos y otras ventajas operativas -, la ampliación del término de ejercicio de las funciones del Delegado Ejecutivo de 1 a 2 años, la incorporación de una secretaría técnica o cuerpo especializado competente en ese tipo de tareas y otras transformaciones que surjan de los estudios recomendados.

d.2 Secciones Nacionales

Esta nueva figura, incorporada recientemente (06/12/1995) al Marco Institucional de la Hidrovía por el Reglamento Interno de la Comisión del Acuerdo, es un hallazgo feliz y satisfactorio para el proceso de integración operativa de la Hidrovía.

Los integrantes de las **Secciones Nacionales**, por su doble relación, representantes de los **Organismos Nacionales** competentes, por un lado, y, por el otro como representantes de las Secciones Nacionales e integrantes de la Comisión del Acuerdo, resultan el nexo ideal entre los Países Miembros y ese ente integrador.

De ese modo, se asegura que todos los asuntos de carácter técnico a cargo o consideración de la Comisión, sean, al mismo tiempo, participados a los Países Signatarios.

Esto garantizará, sin duda, el mejor funcionamiento operativo y la administración del sistema de navegación de la Hidrovía en forma eficiente y expeditiva.

8. ESTUDIOS A NIVEL DE PROYECTO BASICO DE LAS OBRAS DEL TRAMO SANTA FE-CORUMBA/CANAL TAMENGO

8.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Terminada la etapa de factibilidad y anteproyecto, con la justificación económica y evaluación financiera, y finalmente con la selección de la alternativa considerada como la más apropiada para las obras de navegación del Tramo Santa Fe-Corumba/Canal Tamengo de la Hidrovía, se elaboraron para ésta los proyectos básicos de licitación, y la documentación de licitación correspondiente.

Se realizó también un análisis de ratificación de los resultados obtenidos en la fase anterior de factibilidad, y un análisis preliminar de implementación financiera de estos proyectos.

Se resumen aquí los principales resultados de estos trabajos:

8.2 PROYECTOS BÁSICOS DE LAS OBRAS DE NAVEGACIÓN

Se completaron los diseños de proyecto para dos tramos de Hidrovía. El primer tramo incluye los pasos de navegación entre Santa Fe y Asunción. Este tramo presenta un fondo arenoso o areno-limoso con arrastre de fondo de este material. Fue identificada una curva crítica (Vuelta Gómez) que requirió trabajos de diseño más extensos. El segundo tramo abarcó los pasos de navegación entre Asunción y Corumbá, sobre el río Paraguay, y el Canal Tamengo entre Corumbá y Puerto Quijarro/Puerto Central Aguirre. Este tramo también tiene en general fondo arenoso o areno-limosos, pero incluye ocho pasos, que requerirán dragado en roca o arcilla compacta ("clay hardpan"). En este tramo se incluyen también cinco curvas críticas.

Para la elaboración de los proyectos se contó con la colaboración del Cuerpo de Ingenieros de los EE.UU, a través de la Waterways Experimental Station - WES (Estación Experimental de Vías Navegables).

En la Tabla 8.2.1 se detallan los sitios o pasos en que se prevé la realización de dragados, para los cuales fueron ejecutados los proyectos básicos.

8.2.1 Criterios de diseño

El tramo de Santa Fe a Asunción fue dimensionado para un tren de barcazas con manga de 48 m y eslora de 300 m, con calado de 3,0 m, esto es, un tren de barcazas "jumbo" de 12 m. de manga y 60 m. de eslora, de 4 barcazas de frente por 5 de fondo. El tramo Asunción - Corumbá fue dimensionado para una configuración de 4 barcazas de frente por 4 de fondo, con manga total de 48 m. y eslora total de 240 m. En este tramo, el calado de proyecto

TABLA 8.2.1
HIDROVIA PARAGUAY-PARANA
TRAMO SANTA FE-CORUMBA / CANAL TAMENGO

OBRAS DE DRAGADO Y BALIZAMIENTO DE LA 1ª ETAPA DE DESARROLLO (1)

A. TRAMO SANTA FE-ASUNCION

PASO			VOLUMENES DE DRAGADO		
Nº	Km (2)	Nombre	Apertura (m3) (1)		Mantenim. (m3/año)
			Arena	Mat. duro	
		Río Paraná			
6	636	Riacho Zapata	44.000		16.000
12	706	Travesía Feliciano	0		0
13	716	Arriba Feliciano	0		0
15	733	Santa Elena	71.000		26.000
16	745	Arroyo Seco	0		0
20	781	San Juan	12.000		4.000
21	787	Curuzú Chali	147.000		55.000
22	795	Garibaldi	11.000		4.000
25	817	Retaguardia	0		0
26	832	Ingá	0		0
27	845	Abajo Esquina	0		0
31	872	Costa Cordillate	72.000		27.000
33	891	Isla del Selzo	231.000		87.000
34	904	Guaycuru	0		0
35	914	Mal Abrigo	145.000		49.000
36	923	Los Vascos	0		0
37	933	Caraguatay	73.000		27.000
38	941	Las Cañas	7.000		3.000
39	953	Nanganui-Guarapo	30.000		11.000
40	970	Toro Costa Izoro	2.000		1.000
50	1068	Travesía Carrizal	21.000		8.000
51	1083	Tacuaral Colorado	0		0
57	1135	Tacuaní	242.000		89.000
66	1214	Talar-Isla del Medio	0		0
		Río Paraguay			
73	1290	Humaita	0		0
79	1321	Desemb. Río Bermejo	0		0
80	1329	Frente Puerto Pilar	215.000		82.000
86	1366	Tacuará	12.000		5.000
98	1448	Puerto Formosa	0		0
99	1452	Vuelta Gomez	681.000		262.000
110	1508	Cortada Orange	147.000		56.000
111	1516	Dalmacia-Morterito	282.000		109.000
121	1581	Ita Pirú-Guyratí	638.000		236.000
123	1590	Buey Muerto	377.000		140.000
124/5	1593	Frente Puerto y Restinga Villeta	172.000		64.000
127	1604	San Antonio	176.000		68.000
128	1607	Medin	302.000		113.000
130	1613	Abajo Puerto Pilcomayo	14.000		5.000
132	1621	Purificación	277.000		105.000
133	1626	Restinga Ita Pirú	0		0
		SUBTOTAL	4.401.000	0	1.652.000

TABLA 8.2.1 (Continuación)
B. TRAMO ASUNCION-RIO APA

PASO			VOLUMENES DE DRAGADO		
Nº	Km (2)	Nombre	Apertura (m3) (1)		Mantenim. (m3/año)
			Arena	Mat. duro	
136	1645	Remanso Castillo	0	7.300	0
139	1665	Tres Bocas Inferior	195.000		68.000
147	1734	Travesía Villa Rey	59.000		19.000
149	1745	San Juan	136.000		49.000
150	1753	Pita Cañy Elvira	130.000		23.000
151	1757	Ivrayu	33.000		13.000
152	1764	Palmita - Oculto Inferior	424.000		106.000
153	1770	Oculto Superior	64.000		10.000
154	1778	Rosario Sup.-San Luis	546.000		98.000
157	1795	Burro Igua - Caballero	255.000		70.000
158	1808	Santa Rosa Superior	229.000		80.000
161	1848	Curva Buena Vista	0		0
162	1848	Piripucu	529.000		153.000
163	1851	Curuzú Brasileiro	0		0
164	1855	Curuzú Juanita	19.000		5.000
167	1883	Pedernal	711.000		101.000
174	1932	Riacho Negro	135.000		54.000
175	1938	Isla del Medio	372.000	60.200	91.000
177	1948	Saladillo	139.000		9.000
178	1952	Itacurubí	854.000	151.800	173.000
180	1959	Punta Irigoyen	204.000		20.000
181	1963	Zapatero Cué	223.000		49.000
182	1968	Romero Cué	265.000	23.100	53.000
186	2012	Santana	120.000		11.000
188/89	2018	Travesía Santa Ana-La Novia	535.000		80.000
192	2044	Pindo-Estancia	261.000		46.000
193	2048	Arrecifes	0	92.400	0
194	2054	Piquete Cambá	162.000		23.000
195	2066	Isla Stanley	169.000		59.000
196	2072	Ita Pucumí	246.000		98.000
198/99	2090	Trav. Max- I. Caa Pucu Guazu	209.000		84.000
200	2098	Aguirre Palacio Cué	356.000	477.300	133.000
201	2106	Carayacito	535.000		161.000
202	2114	Lamboné	16.000	209.200	5.000
203	2118	Vuelta Isla Peña Hermosa	364.000		22.000
205	2142	Travesía Casado Inf.	273.000		38.000
209	2168	Ilha do Farol	52.000		21.000
		SUBTOTAL	8.820.000	1.021.300	2.025.000

TABLA 8.2.1 (Fin)
C. TRAMO RIO APA-CORUMBA/CANAL TAMENGO

PASO			VOLUMENES DE DRAGADO		
N°	Km (2)	Nombre	Apertura (m3) (1)		Mantenim. (m3/año)
			Arena	Mat. duro	
216	2281	Camba Nupá	62.000		25.000
220	2343	Curva do Aboteado	0		0
223	2363	Estirao Braga	68.000		27.000
227	2424	Volta Rápida	8.000		3.000
233	2543	Volta Rebojo	334.000		3.000
236	2585	Piuvás Inf. y Sup.	465.000		186.000
239	2608	Conselho	296.000		119.000
241	2632	Yacaré Superior y Pte.E.D.	543.000		150.000
243	2659	Ilha Caraguatã	307.000		123.000
249	2721	Formigueiro	316.000		25.000
250	2729	Santana	274.000		140.000
251	2737	Volta da Figueirinha	1.000		0
		SUBTOTAL	2.674.000		801.000
255		Canal Tamengo	4.399.000	42.500	246.000
		TOTAL GENERAL	20.294.000	1.063.800	4.478.000

(1) Los proyectos realizados incluyen las obras de dragado y la señalización en cada paso; la señalización se extendió además a la requerida por embarcaciones fluviales (convoyes de barcas) en todo el tramo Nueva Palmira-Corumbá/Canal Tamengo.

(2) Se indica el kilometraje medio de cada paso.

(3) Cada 10 años

(4) Sin Canal Tamengo

adoptado fue de 2,6 m. Se supuso que el remolcador de empuje tendría una eslora de 40 m. posicionado al medio de la manga del convoy.

Los canales con lecho de arena fueron dimensionados con una revancha bajo quilla de 0.3 m., más una revancha permitida de sobredragado de 0.3 m. Los canales con fondo de roca o material duro (“hardpan”) fueron dimensionados para una revancha bajo quilla de 0.6 m. más una revancha adicional para sobredragado de 0.3 m. La revancha adicional de 0.3 m. en canales con fondo duro es requerida para la seguridad de las embarcaciones y para permitir los dragados de mantenimiento.

Se ha asumido una velocidad máxima de 1,2 m/s, en base al modelado para caudales medios mensuales.

El diseño final fue basado en los criterios presentados en el manual 1110-2-1611, “Layout and Design of Shallow - Draft Waterways” del Cuerpo de Ingenieros de los EE.UU (Layout y Diseño de Vías Navegables de Bajo Calado), de fecha 31 de Diciembre de 1980. Los canales fueron dimensionados para tráfico en un sólo sentido.

En base a los criterios señalados fueron determinados los siguientes parámetros de diseño:

- Anchos de canal en tramos rectos:
 - Tramo Santa Fe - Asunción (convoy 4x5): 108 m.
 - Tramo Asunción - Corumbá (convoy 4x4): 92 m.
 - Canal Tamengo (convoy 4x4): 80 m.
- Radios y anchos de canal en curvas:
 - Tramo Santa Fe-Asunción
 - . radio: 1950 m; ancho: 104 m
 - . radio: 1130 m; ancho: 116 m
 - . radio: 760 m (radio mínimo); ancho: 129 m.
 - Tramo Asunción-Corumbá
 - . radio: 1950 m; ancho: 98 m.
 - . radio: 1130 m; ancho: 108 m.
 - . radio: 760 m; ancho: 119 m
 - . radio: 610 m (radio mínimo); ancho: variable según condiciones locales
 - Canal Tamengo:
 - . radios: 1380 m, 860 m; 610 m y 500 m; anchos (resp.) 98 m, 108 m, 119 m. y 139 m.

- Longitud mínima de canal recto entre curvas sucesivas.
 - Tramo Santa Fe-Asunción: 1050 m.
 - Tramo Asunción-Corumbá: 960 m.
 - Canal Tamengo: 550 m.

8.2.2 Lugares de vaciado

Las indicaciones de los lugares de vaciado presentadas en los diseños se basaron en los siguientes criterios:

- minimización del impacto ambiental al ubicar los lugares de vaciado en zonas de energía hidráulica media, por debajo de un nivel de agua entre 0 (nivel de reducción) y 1 m. De esta forma se mantiene el transporte natural de sedimentos del río;
- limitar la distancia de refulado (o transporte por cántara) de sedimentos aproximadamente a 2000 m. por razones de economía;
- posicionar el lugar de vaciado aguas abajo de la zona de dragado para evitar el retorno inmediato del material al área dragada. Los lugares elegidos fueron modelados y evaluados para confirmar que el lugar elegido sea aceptable desde este punto de vista;
- diseñar el área de vaciado con una profundidad de deposición máxima de 3 m, y típicamente de 1 m. de profundidad media;
- asegurar el acceso directo por agua a la zona de vaciado con las tuberías de refulado o por barco cántara.

8.2.3 Estimación de los Volúmenes de Dragado de Mantenimiento

Las estimaciones fueron realizadas aplicando el mismo procedimiento utilizado para los proyectos preliminares (Punto 4.2.2), pero utilizando, en esta etapa, los proyectos finales aquí desarrollados. Nuevamente, en vista de la ajustada relación obtenida para la relación entre dragados de apertura y de mantenimiento y teniendo en cuenta, la precisión posible de las estimativas, se realizó la estimación directa mediante la aplicación de modelo de simulación matemática a una muestra representativa de pasos de diversos tipos, estimando los volúmenes de dragados de mantenimiento de los demás mediante la aplicación de los coeficientes de relación obtenidos.

Se utilizó el modelo numérico HEC-6 del U.S. Corps of Engineers para examinar la erosión y deposición en 23 pasos críticos morfológicamente variables de la Hidrovía a lo largo de los ríos principales.

Para la estimación de los dragados de mantenimiento necesarios en el Canal Tamengo, se realizó un análisis de las características hidráulicas y del régimen hidráulico del sistema hidrográfico que comprende el propio canal, afluente del margen derecho del Río Paraguay de unos 10,5 km de extensión, que conecta ese río con la Laguna de Cáceres. Otros dos canales, el Tutuyu y el Sicuri, también conectan, más al Norte, la Laguna y el río, formando un complejo sistema de vasos comunicantes. El flujo de agua por el Canal Tamengo es determinado por el nivel de agua del Río Paraguay. Cuando este nivel es alto, en la estación invernal, el flujo se dirige hacia la Laguna de Cáceres, invirtiéndose en la estación veraniega.

Se estimaron las velocidades de agua en el canal, los correspondientes vectores tensión de corte de fondo, y la velocidad de fricción, que es una función de esos vectores.

Obviamente, las velocidades y tensiones de corte son insuficientes para remover el material de fondo. Puesto que el sedimento no se mueve en ninguna de las dos direcciones, tanto como sedimento en suspensión como arrastre de fondo, el dragado de mantenimiento solo será necesario para los materiales más gruesos llevados al canal como carga de lavado, y depositado en los períodos de aguas paradas. Por lo tanto, es razonable admitir que las acumulaciones en el Canal Tamengo debidas a las corrientes a través del mismo no superen cerca de 2 a 3 cm. por año. Por otro lado, debido a sus dimensiones relativamente estrechas, el paso de convoyes puede ocasionar erosiones en los márgenes que requieran remoción.

En base a estos análisis se determinaron los volúmenes periódicos de dragado de mantenimiento, tanto en el curso principal de la Hidrovía como en el Canal Tamengo.

8.2.4 Programa de Dragado

El cronograma efectivo de construcción dependerá de la disponibilidad de recursos financieros y otros factores institucionales y administrativos, que se discuten en el punto 8.4.

En los documentos de licitación se ha supuesto un período de 2 años para la ejecución de los dragados de apertura.

Sería posible, sin embargo, en un escenario optimista, completar los dragados requeridos en todo el sistema, incluyendo los tramos Santa Fe-Asunción y Asunción-Corumbá / Canal Tamengo, en un único período de bajante, completando el trabajo antes del retorno del siguiente período de aguas bajas.

Un calendario posible basado en los hidrogramas de niveles y transporte de sedimentos, y el movimiento de los equipos de dragado de aguas abajo hacia aguas arriba, sería:

- | | |
|--|--|
| . Santa Fe a Confluencia: | - Comienzo 1° de marzo
- Finalización 1° de octubre |
| . Confluencia a Asunción: | - Comienzo 1° de marzo
- Finalización 1° de octubre |
| . Asunción a Río Apa: | - Comienzo 1° de abril
- Finalización 1° de noviembre |
| . Río Apa a Corumbá y
Canal Tamengo | - Comienzo 1° de junio
- Finalización 1° de enero |

El dragado de mantenimiento debería ser programado dentro del mismo marco temporal de inicio y término indicado para el dragado de apertura. Para obtener sus máximos beneficios, sin embargo, debería completarse en un período del orden de 5 a 6 meses. Esto aseguraría el control de las máximas profundidades determinantes a lo largo de la Hidrovía en los períodos de bajante.

Se elaboró, de forma tentativa, un programa de dragados de apertura, a efectos de verificar las posibilidades efectivas de ejecución de estos trabajos en un periodo de uno a dos años por parte de posibles contratistas o concesionarios y la factibilidad del cronograma financiero previsto. El programa se ha elaborado en base a los volúmenes de obra determinados para cada uno de los pasos y separados en los dos tramos en que se ha subdividido la Hidrovía desde el punto de vista de la licitación y programación de los trabajos.

Para cada paso y atendiendo a las limitaciones en cuanto a los meses en que se recomienda efectuar los dragados para cada uno de los tramos, se han elaborado los programas de utilización de los dos tipos de draga requeridos.

En todos los casos se ha asumido que los dragados son ejecutados para cada zona de operación de cada una de las dragas desde aguas arriba hacia aguas abajo, de manera tal de acompañar la onda de crecida.

Los tiempos de movilización y demovilización se han asumido iguales, aunque ello dependerá del lugar en donde se encuentren las dragas al momento de comenzar las obras.

En todos los casos se ha procurado mantener el período de dragado dentro de los ocho meses previstos.

El análisis permitió comprobar que en el Tramo Santa Fe-Asunción los dragados podrían ser ejecutados en solo un año, teniendo en cuenta que el volumen total a dragar es del orden de 4,4 millones de m³ y que solo son necesarias tres dragas de succión.

El tramo Asunción-Corumbá-Canal Tamengo presenta el mayor volumen de dragado y difícilmente podría ser ejecutado en un año, siendo el plazo de dos años adecuado para la ejecución de las obras. Los volúmenes de dragado en arena ascienden a 15 millones de metros cúbicos más 1,1 millones de metros cúbicos de material duro, principalmente conglomerados y algo de roca. Para dragar estos volúmenes es necesario disponer durante dos años de tres dragas de succión, o sea seis períodos anuales de 8 a 10 meses de dragas de succión, más un conjunto de 2 dragas mecánicas para remover el material duro y la roca.

Se verificó, por otra parte, que el plantel de dragas existentes, tanto públicas como privadas, es suficiente para la realización de las Tareas involucradas.

8.2.5 Planos de Proyecto

Se ha preparado un total de 100 planos, correspondientes a 93 pasos críticos de navegación, incluyendo el Canal Tamengo.

8.2.6 Estimación de Volúmenes y Costos de los Dragados

En base a los proyectos básicos ejecutados para cada paso fué posible determinar, mediante los programas CAD utilizados, los volúmenes específicos de dragado requeridos en cada paso. Al contar con los relevamientos geofísicos ejecutados en los sitios con presencia de material duro, por medio de las cuales se identificó de forma bastante precisa los contornos del “Techo” de este material, fué posible determinar, en estos sitios, los volúmenes respectivos y de las camadas de arena sobreyacentes.

Aplicando métodos de estimación y costos unitarios de equipos de dragado, movilización y desmovilización, traslados, y costos de relevamientos y monitoreo similares a los utilizados para la elaboración de los proyectos preliminares, se elaboraron las estimaciones de costo de los dragados de apertura y de mantenimiento, cuyo resumen se presenta en las Tablas 8.2.2 y 8.2.3. En las mismas tablas constan los volúmenes de dragado de apertura, y los de dragado de mantenimiento, estimados como se indica en el punto 8.2.3 precedente.

TABLA 8.2.2

PROYECTOS BASICOS - TRAMO SANTA FE-CORUMBA/
CANAL TAMENGO
VOLUMENES Y COSTOS DE DRAGADO DE APERTURA (1)

Tramo	Volúmenes de Dragado (1000 m ³)			Costo Estimado (2) (1000 US\$)
	Hidráulico	Mecánico		
		Arena	Mat.duro	
Santa Fe-Confluencia	810	-	-	4.102
Confluencia-Asunción	3.593	-	-	10.867
Asunción-Apa	6.959	1.861	1.021	56.524
Apa-Corumbá	2.676	-	-	8.754
Canal Tamengo	4.399	-	42	14.369
Total	16.184	1.861	1.063	94.616

(1) Incluyendo provisión por sobredragado.

(2) Nivel de precios de Agosto 1995.

TABLA 8.2.3

PROYECTOS BASICOS - TRAMO SANTA FE-CORUMBA/
CANAL TAMENGO
VOLUMENES Y COSTOS DE DRAGADO DE MANTENIMIENTO

Tramo	Volúmenes de Dragado (1000 m ³ /año)	Costo Estimado (1) (1000 US\$/año)
Santa Fe-Confluencia	408	1.931
Confluencia-Asunción	1.243	4.293
Asunción-Apa	2.024	5.416
Apa-Corumba	802	2.294
Total	4.477	13.934
Canal Tamengo	246(2)	1.120 (2)

(1) Nivel de precios de Agosto 1995.

(2) Cada 10 años.

8.2.7 Canal Tamengo - Alternativa

Se realizó un estudio adicional del Canal Tamengo. El proyecto respectivo, incluido en los documentos de licitación, fue predimensionado, como el resto de la Hidrovía, para convoyes 4 x 4, esto es, la dimensión óptima resultante del estudio de optimización. Teniendo en cuenta los elevados costos de ese proyecto, se diseñó una alternativa para convoyes 2 x 2. Esto implica que el Canal funcionaría como una vía de alimentación de la Hidrovía, debiendo preverse un área de "fleeting" para armado de los convoyes 4 x 4 que navegarán por el curso principal de la Hidrovía.

Con esta alternativa se produce una substancial reducción de los costos del dragado, que disminuyen de US\$ 14,37 millones para US\$ 7,87 millones (dragado de apertura) y de US\$ 1,12 millones para US\$ 1,01 millones (dragado de mantenimiento con periodicidad de 10 años).

La economía de esta alternativa se examina en el punto 8.4.1.

8.3 SISTEMAS DE AYUDA A LA NAVEGACION

Al realizarse los estudios de proyecto básico de los mejoramientos de las obras de navegación en el tramo Santa Fe-Corumbá/Canal Tamengo, se examinaron nuevamente los sistemas de ayuda a la navegación.

En cada uno de los planos de proyecto correspondientes a pasos críticos de navegación se realizaron las indicaciones de boyas y balizas correspondientes, específicamente, a cada uno de estos pasos.

La señalización existente fue respetada en lo posible, con modificaciones mínimas que se consideraron necesarias (según la información cartográfica disponible) y a ella se le agregaron nuevas señales recomendadas. Sobre el total de señales resultantes se estimaron los costos de inversión y mantenimiento.

Los estudios realizados para el proyecto de balizamiento se presentan en el punto 4.2.3 de la presente síntesis.

En la Tabla 8.3.1 se indican las cantidades de señales propuestas y nuevas a adquirir por cada tipo de señal.

En los planos de proyecto identificados como HV-BL-01 a 20 se ha volcado la señalización propuesta para la derrota general de la Hidrovía entre Santa Fe y Corumbá, no sujeta a los proyectos de dragado ejecutados en los distintos pasos y curvas. En estos mismos planos los sitios de localización de los proyectos de dragado se han indicado con recuadros sombreados.

HIDROVIA PARANA PARAGUAY

SERVICIOS DE AYUDA A LA NAVEGACION

Boyas y Balizas nuevas a proveer

BOYAS		BALIZAS	
Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad
Boyas Luminosas II B	73	Balizas Luminosas	435
Boyas Luminosas I B	101	Balizas Ciegas	134
Equipos Lumínicos	59	Balizas de Enfilación	24
Boyas Ciegas I B	161		
Boyas Ciegas Tipo Brasileñas	540		
Boyas de Amarre	7		

Servicios de Mantenimiento (Total del balizamiento)

BOYAS		BALIZAS	
Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad
Boyas Luminosas II B	159	Balizas Luminosas	487
Boyas Luminosas I B	116	Balizas Ciegas	588
Boyas Ciegas II B	62	Balizas de Enfilación	24
Boyas Ciegas I B	23		
Boyas Ciegas Tipo Brasileñas	540		
Boyas de Amarre	7		

Tabla 8.3.1

La señalización correspondiente a los pasos a dragar se indica en detalle en los planos de proyecto identificados como HV-DR-001 a 088.

La estimación de los costos del sistema de ayuda a la navegación es la que consta en la Tabla 4.2.5.

Completando los estudios realizados, sintetizados en el punto 4.2.3, se agregaron algunas consideraciones relativas a la confiabilidad del posicionamiento de señales y a los criterios general que orientaran el presente proyecto de señalización.

Los tres países involucrados utilizan como referencia de posición el kilometraje del río. Este fue establecido con medios antiguos y rudimentarios, siguiendo los cauces de los canales en épocas históricas, y guarda poca relación con las distancias actuales. En muchos casos se producen saltos de kilometrajes que es necesario poner en conocimiento de los navegantes: las boyas y balizas se identifican por un número de kilometraje y resulta que la distancia entre dos señales sucesivas no responde a la diferencia de kilometraje. Mientras se mantenga la numeración actual, es necesario que el navegante conozca cuales son estas diferencias, para poder hacer una correcta navegación por estimación entre señales consecutivas.

El río Paraguay, aguas arriba de Asunción, cuenta con cartas náuticas, que tienen referencias planimétricas adecuadas, basadas en levantamientos aerofotogramétricos, topográficos y batimétricos ejecutados por la DHN (Brasil). Las aguas argentinas cuentan con el Croquis de los Ríos, que dista mucho de lo que debe ser una carta náutica. El posicionamiento particular de la Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables (DNCPVN) está siendo vinculado al sistema geodésico del país, establecido por el Instituto Geográfico Militar. Los sistemas geodésicos de los países no son homogéneos.

Se deduce que será necesario establecer algún sistema aceptable por los países del Acuerdo (por ejemplo, elipsoide WGS84, compatible con el uso futuro del Differential Global Positioning System (DGPS) y, sobre él, realizar la cartografía, existiendo una propuesta en ese sentido, preparada por los representantes de las entidades navales que forman parte del CIH. Sobre ella, y conocida la ruta que se mantendrá, habrá que establecer un nuevo kilometraje.

Sin embargo, cabe tener en cuenta que el posicionamiento geográfico es deseable pero no es lo más importante para el navegante. A este le interesa que las posiciones relativas entre la vía navegable, los obstáculos, las referencias naturales y las señales sean correctas. Su calidad será establecida cuando se cuente con la cartografía adecuada.

El proyecto de señalización que se acompaña está basado en la información de las cartas y croquis de los ríos. En algunos casos, en los que se encuentran diferencias entre lo que debería ser según las cartas y la posición de las señales actuales, se trató de respetar la señalización existente, que deberá ser verificada cuando se defina la ruta y se cuente con la cartografía. Se estima que esto casi no alteraría el número y tipo de señales a instalar y mantener.

El concepto rector para el desarrollo de este sector debe ser que, teniendo en cuenta sus costos relativamente bajos, un buen sistema de ayudas a la navegación conduce a una alta relación costo/eficiencia y seguridad.

El proyecto de señalización procuró establecer guías a lo largo de la Hidrovía para permitir la navegación aún en condiciones de visibilidad reducida. La boyas provistas con pantallas de radar y las balizas luminosas son los elementos que contribuyen para tal finalidad. Pantallas de radar en las balizas no son eficaces debido a los ecos de la vegetación en su alrededor. La reverberación de luz del proyector de bordo en condiciones de lluvia o calina puede dificultar la identificación de una baliza ciega de noche. Una baliza luminosa, en cambio, aunque, tal vez, algunas veces de forma difusa o tenue, será siempre visible. Este tipo de baliza fue, por lo tanto, previsto en mayor cantidad a lo largo de la Hidrovía. Mediante balizas luminosas se indican cambios de márgenes, inicio y término de los canales dragados, y el ápex de las curvas.

Para la cuantificación y costo de la señalización no se consideró necesario indicar en el listado respectivo los símbolos correspondientes a “Acciones a Empezar”. Además, por las limitaciones impuestas a la identificación visual de estas señales, en los tramos de río con cauces anchos, como en el Paraná, las mismas no son aplicables. En el Capítulo 17 del Informe se expresan otras limitaciones de la simbología “Acciones a Empezar”.

Por último, la ubicación exacta de las señales es relativa, por una parte, por el kilometraje actual distorsionado al no existir referencias planimétricas precisas, y por otra, por los cambios morfológicos de los ríos a la fecha de implantación de las señales.

8.4 ANALISIS TECNICO-ECONOMICOS FINALES

8.4.1 Confirmación de los Análisis de Factibilidad

Al terminar la elaboración de los proyectos básicos de licitación y las estimaciones de costo respectivas, era necesario, en primer lugar, confirmar las conclusiones de la etapa de factibilidad anterior (Sección 6.6). En la Tabla 8.4.1 se presenta una comparación de las estimaciones resultantes de las dos fases, correspondientes a las inversiones iniciales (dragados de apertura y señalización) y a los dispendios anuales de mantenimiento. Se

observa que las estimaciones más precisas de la etapa de proyecto básico resultaron cerca de 16,1% superiores a las determinadas en la fase de factibilidad, mientras que los gastos anuales de mantenimiento disminuyeron en cerca de 6,2%.

Como se recuerda, la evaluación económica se refiere a los incrementos de las dimensiones de las obras en relación a las determinadas para el “Caso Base”, y a los respectivos incrementos de costos y beneficios. Al existir aumentos o disminuciones de costos para la alternativa seleccionada, también deben ser considerados, de forma proporcional, aumentos o disminuciones de los costos relativos al “Caso Base”. La Tabla 8.4.2 muestra, de forma comparativa, las inversiones iniciales y los costos anuales del Caso Base, correspondientes a las fases de factibilidad (proyectos preliminares) y de diseño (proyecto básico).

Se puede notar que, con la mayor precisión del cálculo a nivel de diseño, aumenta el valor de la inversión inicial pero disminuye el valor del dragado de mantenimiento anual total.

La Tabla 8.4.3 muestra el cálculo de la rentabilidad de esas inversiones frente a los costos adicionales de transporte que ocurrirían caso no se hiciera ninguna intervención, permitiendo que se interrumpa la navegación en los años de aguas bajas.

Comparando con el mismo cálculo que se hizo con base en los costos preliminares se observa que la rentabilidad sigue siendo muy alta, confirmando la factibilidad económica de esas inversiones.

Utilizando los nuevos valores del Caso Base, se realizó la evaluación económica de los incrementos de costos y beneficios en relación al mismo, correspondientes a la alternativa finalmente elegida por el CIH, en base a las recomendaciones de los consultores al término de la etapa de factibilidad y anteproyecto. Esta alternativa, de acuerdo a la nomenclatura utilizada, es la F2E1, correspondiente a convoyes de proyecto de 4x5 barcasas “jumbo” y calado de proyecto de 3,0 m. en el tramo Santa Fe-Asunción, y convoyes 4x4 con calado de proyecto de 2,6 m. en el Tramo Asunción-Corumbá/Canal Tamengo. Los resultados de esa evaluación se presentan en la Tabla 8.4.4. Se verifica una disminución de los indicadores VAN de US\$ 19,6 millones a US\$ 17,9 millones en relación a los resultados de la fase preliminar, que no llega a afectar las conclusiones generales del análisis de factibilidad (la TIR permanece en 16%).

La alternativa de proyecto considerada para el Canal Tamengo, dimensionada para convoyes parciales 2 x 2 que serían rearmados en la formación 4 x 4 en un área de “fleeting” frente a Ladario, para el viaje hasta Nueva Palmira, se mostró económicamente favorable, y se recomienda para implementación.

8.4.2 Análisis Financiero

Se realizó un análisis financiero convencional global de los ingresos y dispendios de la Hidrovia, correspondientes a las obras de la 1a. Etapa de Desarrollo, a lo largo de un período de 22 años, 1997-2018.

Se establecieron hipótesis en relación a posibles financiamientos, tomándose como base el BID como fuente financiadora, admitiéndose que con préstamos de esos tipos sería posible cubrir un 70% de las inversiones iniciales. Las condiciones típicas de ese préstamo serían:

- . plazo total: 20 años;
- . carencia para el principal: 3 años;
- . intereses: 7% a.a. (pagos semestrales);
- . amortizaciones semestrales

Resulta de la mayor importancia considerar las posibles contribuciones de los usuarios, a efectos de disminuir las necesidades de aportes gubernamentales, y establecer un interés efectivo y una responsabilidad o derecho de contralor, por parte de los propios usuarios, en lo referente al eficiente mantenimiento de las condiciones de navegación de la Hidrovia. A tal efecto se examinaron nuevamente las consideraciones sobre este tema sintetizadas en el punto 6.7.1, dentro de la idea general de que es de interés general de los gobiernos de los Países - Miembro, establecer una política fiscal que no inhiba la demanda. Un análisis respectivo indicó que un valor límite superior, que prácticamente no afectaría la demanda global de transporte, sería el correspondiente a una tarifa o contribución del orden de US\$ 0,400 por 1000 TKU en el Tramo Santa Fe-Asunción, y de US\$ 0,880 por 1000 TKU en el Tramo Asunción-Corumbá. Estos valores se establecieron en base al cálculo de tarifas máximas que no inhiban las exportaciones de mineral de hierro, superando el límite establecido de US\$ 9.00 por tonelada para el transporte Gregorio Curvo-Nueva Palmira. Las mismas tarifas son aplicables también a otros productos, menos sensibles a variaciones de pequeña magnitud de los costos de transporte hidroviario.

Los resultados generales de los cálculos, basados en estos supuestos, se han volcado en los flujos de caja simplificados de las Tablas 8.4.5 y 8.4.6. La primera muestra la hipótesis en que los dispendios de la Hidrovia se cubrirían exclusivamente con aportes gubernamentales, mientras que en la segunda se admiten contribuciones de los usuarios computados con las tasas arriba indicadas. En esta última se verifica que, a partir del 16° año (como consecuencia del aumento de tráfico), comienzan a aparecer saldos positivos del balance de pagos.

Se reitera en ese sentido la recomendación de que, una vez fijadas y asentadas las bases institucionales de la Hidrovia, esta cuestión sea examinada en conjunto con los usuarios.

8.4.3 Implementación Financiera de las Obras

En la Tabla 8.4.7 se presenta la distribución del costo de las obras de dragado de apertura de acuerdo a su localización geopolítica.

En los tramos de la Hidrovia que corren enteramente dentro de un determinado país se le ha atribuido el 100% de los costos de las obras allí localizadas. En aquellos que forman límite entre dos países, se ha atribuido 50% a cada uno.

La Tabla 8.4.8 muestra la distribución de los beneficios netos directos por país, basada en el análisis de los flujos por origen y destino de las principales mercaderías estudiadas. Los datos de la tabla se refieren al año de 1997, pero la distribución es muy semejante en los demás años.

Los orígenes y destinos considerados en este análisis son los de producción y destino de los productos que no corresponden, necesariamente, a los puertos de origen y destino localizados en la Hidrovia. Cuando esa correspondencia existe, los beneficios fueron divididos por partes iguales entre los países respectivos (por ejemplo, el mineral de hierro entre Brasil y Argentina). Si el producto es importado o exportado de o para fuera de la región, los beneficios fueron atribuidos solamente al país regional involucrado (por ejemplo, los productos de soja).

Los beneficios se resumen a los países que constan como origen o destino final. Por ello no se incluye el Uruguay, puesto que los productos manipulados por el Puerto de Nueva Palmira son exportados, en última instancia, para destinos extra-regionales.

Los resultados consignados en la tabla 8.4.8 deben ser encarados con reservas, puesto que los efectos de los mejoramientos de las condiciones de navegabilidad de la Hidrovia (beneficios indirectos), con comportamiento de difícil previsión, podrán ser distribuidos de forma diferente que la simple distribución de los beneficios directos.

De la comparación de las dos tablas surge inmediatamente que debe ser considerado un mecanismo que permita una distribución de los costos que no esté vinculada exclusivamente a la distribución geopolítica de las obras. El caso más llamativo es el del Paraguay, en cuyo territorio se localizan obras cuyo costo representa un 67% de los costos totales, mientras su participación en los beneficios es de solamente 17,2%

Un mecanismo jurídico-administrativo adecuado para la solución de este problema podría ser el establecimiento, mediante tratado o acuerdo, de un regimen de condominio de propiedad del área abarcada por el canal de navegación, sus obras e instalaciones de señalización, vinculado, o no, a la

**TABLA 8.4.2 - CASO BASE (Obras mínimas necesarias para garantizar la navegación)
COMPARACION DE LOS COSTOS DE DRAGADO DE LA FASE PRELIMINAR Y DISEÑO FINAL**

Costos a precios de mercado						
Tramo	Características Mínimas	Inversión inicial		Costos anuales		
		Prelim.	Diseño	Prelim.	Diseño	
Santa Fé-Asunción	(4x4 - 90/92 m x 2.6 m)	6.449.208	6.855.800	2.060.000	2.190.000	
Asunción-Corumbá	(3x4 - 65 m x 2.6 m)	18.786.858	23.823.400	3.238.000	3.510.000	
Canal Tamengo	(3x4 - 65 m x 2.6 m)	4.707.554	8.971.100	1.320.000	100.000	
Total		29.943.620	39.450.300	6.618.000	5.800.000	
Costos a precios de cuenta						
Tramo	Características Mínimas	Inversión inicial		Costos anuales		
		Prelim.	Diseño	Prelim.	Diseño	
Santa Fé-Asunción	(4x4 - 90/92 m x 2.6 m)	5.423.784	5.597.528	1.732.460	1.841.790	
Asunción-Corumbá + Tamengo	(3x4 - 65 m x 2.6 m)	19.758.800	27.580.174	3.833.278	3.036.010	
		25.182.584	33.177.702	5.565.738	4.877.800	

Tabla 8.4.3 - Análisis del Caso Base: Costos de Transporte

Comparación con Gastos Necesarios para Garantizar la Navegación con Calado Mínimo de 2,00 m

Unidades: US\$ miles

Producto	Costos Totales de Transporte según Escenarios de Navegación (1997)					
	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Ahorros (2 - 1)	Ahorros (3 - 2)	Ahorros (3 - 1)
Complejo Soja	198.286	210.161	222.459	11.874	12.298	24.173
Clinker	4.416	15.958	15.958	11.542	-	11.542
Celulosa	3.226	3.226	7.536	-	4.310	4.310
Petroleo	17.740	17.740	48.591	-	28.851	28.851
Trigo	5.522	11.361	13.154	5.840	1.792	7.632
Total 1997	229.190	258.446	305.697	29.256	47.252	76.507
Acumulado 20 años (1)	2.013.643	2.252.628	2.593.259	238.985	340.631	579.616
Probabilidad de Colapso (3)				40%	20%	
Ahorros Probables en 20 Años (4)				95.594	68.126	163.720
Costos de Dragado para Calado Garantizado de 2,00 m (2)				Asunción - Corumbá	Santa Fe - Asunción	Santa Fe - Corumbá
Inversión Inicial				27.580	5.598	33.178
Mantenimiento Anual				3.036	1.842	4.878
Acumulado 20 años (1)				27.580	5.598	33.178
Costos Ambientales (5)				Asunción - Corumbá	Santa Fe - Asunción	Santa Fe - Corumbá
Inversión Inicial				279	217	497
Costo Anual				754	768	1.522
Acumulado 20 años (1)				5.633	5.735	11.369
Costos de Dragado y Ambientales				Asunción - Corumbá	Santa Fe - Asunción	Santa Fe - Corumbá
Inversión Inicial				28.334	5.815	33.674
Acumulado 20 años (1)				55.891	11.333	67.224
Ahorros Probables / Costos de Dragado						
Inicial				1,03	8,13	2,27
Acumulado 20 años (1)				1,71	6,01	2,44
Tasa Interna de Retorno (6)				31%	101%	43%
Valor Actual Neto (6)				39.703,00	43.036,00	82.739,00

- Notas
- (1) Valores de 1997 a 2016 descontados al presente a la tasa de 12%
 - (2) Costos expresados en precios de cuenta (costos económicos)
 - (3) % de años en que la navegación sería posible en menos de 4 meses
 - (4) El análisis no incluye minerales de hierro y manganeso
 - (5) Costos ambientales son para la alternativa de 2,60 m y 3,00 m de calado garantizado en los tramos Asunción-Corumbá y Santa Fe-Asunción respectivamente
 - (6) Valores aproximados

Escenarios de Navegación:

- 1 - Normal con Calado Garantizado de 2,00 m
- 2 - Normal en el Río Paraná; colapso en el Río Paraguay
- 3 - Colapso de la Navegación en ambos Ríos

8.4.5 - FLUJO DE CAJA SIMPLIFICADO (Solamente Aportes Gubernamentales)
(Valores en US\$ 1000)

Concepto / Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1.0 - Salidas (1.1 + 1.2)	65,825	64,947	22,741	26,863	26,569	26,276	25,982	25,688	25,395	14,101	24,807	24,514	24,220	23,926	23,633	23,339	23,045	22,751	22,458	22,164	17,748	17,748
1.1 - Inversiones y Costo de Mantenimiento	64,577	61,203	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748
1.1.1 - Trecho Santa-Fé - Asunción	10,662	9,442	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038
1.1.2 - Trecho Asunción - Corumbá / Canal Tamengo	43,915	41,760	9,710	9,710	9,710	9,710	9,710	9,710	9,710	9,710	9,710	9,710	9,710	9,710	9,710	9,710	9,710	9,710	9,710	9,710	9,710	9,710
1.2 - Servicio Deuda Bancaria (Intereses, Amortización)	1,248	3,745	4,993	9,115	8,821	8,527	8,234	7,940	7,646	7,353	7,059	6,765	6,472	6,178	5,884	5,591	5,297	5,003	4,709	4,415	-	-
2.0 - Recursos Financieros	55,925	52,116	22,741	26,863	26,569	26,276	25,982	25,688	25,395	25,101	24,807	24,514	24,220	23,926	23,633	23,339	23,045	22,751	22,458	22,164	17,748	17,748
2.1 - Crédito Bancario	35,662	35,662	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.2 - Aporte de los Gobiernos	20,163	16,454	22,741	26,863	26,569	26,276	25,982	25,688	25,395	25,101	24,807	24,514	24,220	23,926	23,633	23,339	23,045	22,751	22,458	22,164	17,748	17,748

8.4.6 - FLUJO DE CAJA SIMPLIFICADO (Aportes Gubernamentales y Contribuciones de los usuarios)
(Valores en US\$ 1000)

Concepto / Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1.0 - Salidas (1.1 + 1.2)	65,825	64,847	22,741	28,883	28,689	28,278	26,982	26,888	25,385	25,101	24,807	24,514	24,220	23,928	23,633	23,339	23,046	22,751	22,458	22,164	17,748	17,748
1.1 - Inversiones y Costo de Mantenimiento	64,577	61,203	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748	17,748
1.1.1 - Trecho Santa-Fé - Asunción	10,882	9,442	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038
1.1.2 - Trecho Asunción - Coronilla / Canal Tamengo	41,713	41,203	8,153	8,153	8,153	8,153	8,153	8,153	8,153	8,153	8,153	8,153	8,153	8,153	8,153	8,153	8,153	8,153	8,153	8,153	8,153	8,153
1.2 - Servicio Deuda Bancaria (Intereses, Amortización)	1,248	3,745	4,983	9,115	8,921	8,527	8,234	7,940	7,353	7,059	7,059	6,765	6,472	6,178	5,884	5,591	5,297	5,003	4,708	4,418	-	-
2.0 - Recursos Financieros (2.1 + 2.2 + 2.3)	55,825	64,847	22,741	28,883	28,588	28,278	26,982	26,888	25,395	25,101	24,807	24,514	24,220	23,928	23,633	23,339	23,045	22,751	22,458	22,164	17,748	17,748
2.1 - Crédito Bancario	35,882	35,882	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.2 - Contribuciones de los usuarios	-	-	8,118	8,452	8,788	7,083	7,388	7,713	8,028	8,488	8,845	9,404	9,861	10,320	10,788	11,211	11,657	12,103	12,548	12,993	13,438	13,884
2.3 - Aporte de los Gobiernos	20,183	19,285	18,823	20,411	19,801	19,183	119,584	17,875	17,387	18,615	15,882	15,110	14,359	13,808	12,887	12,128	11,388	10,848	9,910	8,171	4,309	3,884

**TABLA 8.4.7 - DISTRIBUCION GEOPOLITICA DE LOS
COSTOS DE DRAGADO DE APERTURA (U\$S 1000)**

TRAMO FLUVIAL	ARGENTINA	PARAGUAY	BRASIL	BOLIVIA	TOTAL
Santa Fé-Confluencia	4.557				4.557
Confluencia-Pilcomayo	5.206	5.206			10.412
Pilcomayo-Apa		56.524			56.524
Apa-Bahía Negra		221	222		443
Bahía Negra-Corumbá			7.864		7.864
Canal Tamengo			6.158	6.158	12.316
Total	9.763	61.951	14.244	6.158	92.116
Porcentaje	10,6%	67,2%	15,5%	6,7%	100%

TABLA 8.4.8 - DISTRIBUCION DE BENEFICIOS POR PAIS
(Valores en US\$ 1000)

Producto - País	Economía	Economía rateada				
		Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Total
Complejo soja						
Argentina	555,30	555,30				555,30
Bolivia	1496,10		1496,10			1496,10
Brasil	692,80			692,80		692,80
Paraguay	1108,00				1108,00	1108,00
Total	3852,20					3852,20
Hierro (Brasil)						
Argentina	3775,90	1887,95		1887,95		3775,90
Paraguay	368,60			184,30	184,30	368,60
EE UU						0,00
Total	4144,50					4144,50
Manganeso (Brasil)						
Argentina	138,00	69,00		69,00		138,00
Paraguay	8,80			4,40	4,40	8,80
EE UU	258,80			258,80		258,80
Total	405,60					405,60
Clinker						
Paraguay	495,90				495,90	495,90
Celulosa						
Argentina	255,90	255,90				255,90
Petróleo						
Paraguay/Argent.	1035,40	517,70			517,70	1035,40
Trigo (Argentina)						
Brasil	317,30	158,65		158,65		317,30
Paraguay	74,50	37,25			37,25	74,50
Total	391,80					391,80
TOTAL	10581,30	3481,75	1496,10	3255,90	2347,55	10581,30
Total %		32,90%	14,14%	30,77%	22,19%	100,00%
Otros Beneficios						
Tráfico Generado						
Hierro (Brasil)	1886,70			1886,70		1886,70
Seguros						
Hierro (Brasil)	1166,70			1166,70		1166,70
Total otros beneficios	3053,40	-	-	3053,40	-	3053,40
Total General	13634,70	3481,75	1496,10	6309,30	2347,55	13634,70
Total General %		25,54%	10,97%	46,27%	17,22%	100,00%

modalidad de concesión a una entidad de derecho privado, responsable por la ejecución, operación y mantenimiento de las obras e instalaciones por un periodo determinado.

Este mecanismo fue establecido en los tratados celebrados entre Argentina y Paraguay y entre Brasil y Paraguay, respectivamente para los proyectos de Yaciretá e Itaipú, en los cuáles las entidades a las cuáles les fueron otorgadas las respectivas concesiones fueron entidades públicas creadas por los propios tratados. Debido a circunstancias que no es del caso analizar aquí, la creación de entidades públicas para los objetivos expresados (ejecución, operación y mantenimiento de las obras), no es más considerada hoy en día, prefiriéndose ahora la figura de Concesión de Obra Pública a entidades de derecho privado. De esta forma, la participación pública podrá limitarse a la creación de una entidad o comisión compuesta por delegaciones de los países involucrados, cuyas funciones estarán limitadas a la promoción e implementación de la ejecución y explotación de las obras.

El regimen de condominio quedará restringido al área delimitada de los canales, obras e instalaciones y no producirá variación alguna de los límites políticos entre los países y a su jurisdicción político-territorial. Sin embargo, el mismo regimen posibilitará la negociación y celebración de convenios entre dos o más países, fijando la participación de cada uno en los costos y beneficios producidos por las obras de navegación.

8.5 DOCUMENTOS DE LICITACION

Fueron elaborados los documentos requeridos para licitar las obras de mejoramiento de las condiciones de navegación en el Tramo Santa Fe-Corumbá/Canal Tamengo de la Hidrovía, comprendiendo los dragados de apertura y mantenimiento, y la instalación de señales nuevas y servicios de operación y mantenimiento del sistema de ayudas a la navegación, extendiéndose este último a la señalización para embarcaciones fluviales en el Tramo Nueva Palmira-Santa Fe.

Los documentos incluyeron:

- a.- Pliego de Bases y Condiciones para la Precalificación de Firmas, con los siguientes anexos:
 - Anexo I - Formularios para Preparación de los Documentos de Precalificación.
 - Anexo II - Metodología de Evaluación.
 - Anexo III - Constitución, Competencias y Procedimiento del Tribunal Arbitral Internacional.

b.- Documentos de Licitación para la Ejecución de los Trabajos, constituidos por los siguientes volúmenes:

- . Volumen 1 - Condiciones Generales, Condiciones Contractuales y Proforma del Contrato.
- . Volumen 2 - Especificaciones Técnicas.
- . Volumen 3 - Instrucciones y Formularios para Preparación de las Ofertas.
- . Volumen 4 - Planos.

Debido a que la estructura institucional y administrativa para la implementación de la Hidrovía y el marco regulatorio dentro del cual se realizará la contratación de obras y servicios no se encuentran aún definidos, particularmente en relación al régimen jurídico (condominio o separación de propiedad) y modalidad de ejecución (por administración, contrato de obra o concesión), los documentos fueron estructurados y redactados de forma a permitir la mayor flexibilidad posible para su posterior adaptación al esquema institucional/administrativo que fuere finalmente adoptado.

En el estudio del régimen institucional y administrativo de la Hidrovía sintetizado en las Secciones 5 y 9, se destacan los siguientes puntos, relacionados con la contratación de obras y posteriores servicios de mantenimiento, y el control respectivo:

1. Recomendación de que los cinco países miembros de la Hidrovía - Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay, amplíen el Acuerdo de Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay-Paraná del 26 de Junio de 1992 mediante el compromiso formal de ejecutar y mantener las obras necesarias para garantizar la continuidad de la navegación por la Hidrovía.
2. Como alternativa organizacional más probable se supone la creación de un ente o entes conjuntos de los cinco países, que se responsabilizarán por el planeamiento de las obras y servicios de apoyo a la navegación, y por la reglamentación operacional de la misma, mientras que la propia ejecución de las obras y posteriores servicios de mantenimiento y el control respectivo serían de responsabilidad de los países ribereños; esta responsabilidad sería asumida por cada país individualmente, o bien se expresaría mediante acuerdos entre dos o más países con jurisdicción sobre determinados trechos de la Hidrovía.

En tal sentido, la tradición ya existente lleva a prever que uno de los trechos será, posiblemente, el de Santa Fe-Asunción en el cual las obras y servicios de dragado y señalización y posterior mantenimiento sean implementadas mediante acuerdo entre Argentina y Paraguay.

De forma similar las obras y servicios en el tramo Asunción-Corumbá y Canal Tamengo, deberán posiblemente implementarse mediante un acuerdo entre Brasil y Paraguay, con participación de Bolivia.

En lo que se refiere a la forma de contratación, la tendencia verificada en los tiempos recientes, coherente con los cambios verificados de los modelos económicos en los cinco países, es el otorgamiento de concesiones de medio a largo plazo, en que el concesionario se responsabiliza por la apertura y mantenimiento de la vía de navegación y del servicio de señalización correspondiente. Ejemplos de ello son la concesión otorgada por Argentina a Hidrovía S.A. para la ruta Santa Fe-Océano, y la que se encuentra en vías de concreción, a ser otorgada por la Comisión Administradora del Río de la Plata - CARP, formada por Acuerdo entre Argentina y Uruguay, para la apertura, mantenimiento y señalización del Canal Martín García (Puerto de Nueva Palmira a Km 37).

Cabe señalar que las obras y servicios de señalización en el tramo Santa Fe-Nueva Palmira, incluidos como objeto de la presente licitación, no se refieren a los que ya fueron realizados por Hidrovía S.A., sino exclusivamente a ciertas señalizaciones específicas destinadas a la separación del tráfico entre trenes de barcas y navíos oceánicos, y al acceso al Puerto de Nueva Palmira.

En razón de lo expuesto, particularmente en relación a la necesaria flexibilidad de adaptación al régimen jurídico y modalidad de ejecución que fueren finalmente adoptados, los pliegos de licitación fueron elaborados sobre las siguientes bases:

- se ha asumido el ente contratante como una entidad internacional (constituída en el modelo presentado por los cinco países y designada por CIH), a la cual se atribuirán los poderes para que efectúe la licitación, contratación, supervisión general y administración de las obras de apertura y mantenimiento de la Hidrovía;
- se ha previsto que habría un organismo o banco internacional que financiará en parte la ejecución de los trabajos;
- se ha considerado la contratación en conjunto de los trabajos de dragado de apertura y mantenimiento y de los servicios de ayuda a la navegación;
- fue previsto que las obras de apertura serán ejecutadas en un período de 24 meses y que los trabajos de mantenimiento se efectuarán por el(los) contratista(s) durante un período de 8 años, iniciándose al término de las obras de apertura;

- las obras fueron previstas para ser contratadas a través de una sola licitación, pero divididas en dos paquetes, a saber: el primero comprendiendo el tramo de la Hidrovía de Santa Fe a Asunción (y además el sistema de señales de ayuda a la navegación en este tramo y en el delta del Paraná hasta el Puerto de Nueva Palmira); el segundo abarcando los trabajos de apertura y mantenimiento en el tramo de Asunción a Corumbá y en el Canal Tamengo. Esta división se justifica no sólo en virtud de las características propias de los trabajos en estos tramos de la Hidrovía, como también se presenta como una de las más probables de ocurrir, teniendo en consideración la expectativa de futuros acuerdos entre los países, conforme ya mencionado anteriormente;
- se ha previsto que los trabajos en cada uno de los paquetes de licitación sean contratados mediante precios globales destinados respectivamente a las obras de apertura (abarcando dragado inicial, trabajos de derrocamiento y la implantación del sistema de señales de ayuda a la navegación y trabajos complementarios) y a los trabajos de mantenimiento anual, a lo largo de 8 años (dragado de mantenimiento, el mantenimiento de la señalización de ayuda a la navegación y trabajos complementarios). Es conveniente señalar que esta forma de contratación es la que más se aproxima a un modelo de licitación destinado al otorgamiento de concesión, quedando el concesionario responsable por las obras de apertura y mantenimiento de la Hidrovía. Por otro lado, este modelo también permite que sean hechas adaptaciones para que se torne una licitación con remuneración de los trabajos por precios unitarios;
- se prevé que habrá una etapa inicial destinada a la precalificación internacional de empresas o asociaciones de empresas, seguida de la licitación propiamente dicha de las obras, que se realizará solamente con la participación de las empresas y asociaciones precalificadas en la etapa anterior;
- las ofertas técnicas y económicas son previstas con entrega simultánea, pero en dos sobres distintos, procediéndose inicialmente a la apertura y análisis de las ofertas técnicas y posteriormente al análisis de las ofertas económicas de los oferentes cuyas ofertas técnicas hayan sido consideradas completas y adecuadas para la ejecución de los trabajos.

La forma de licitación de las obras por el método de precios globales, si bien podría significar un monto inicial de contrato mayor que el que resultaría en primera instancia de una licitación por precios unitarios, tiene la ventaja de llevar a un monto definitivo para las obras, no sujeto a posteriores alteraciones. Puede, por lo tanto, ser más aconsejable, dada la incertidumbre ante los volúmenes efectivos dragados que, por las condiciones cambiantes del río, no pueden ser establecidos con precisión de antemano, no pudiendo, por lo tanto, ser utilizados como elemento de control, como los volúmenes previstos en otras obras de construcción civil. Se agrega a ello que la

estructura de fiscalización requerida para el control de los trabajos es considerablemente mayor, compleja y costosa en una ejecución por precios unitarios que en una por precios fijos, en la cuál se reduce también en gran medida la posibilidad de posteriores reclamos y litigios.

Los cómputos de volúmenes de trabajos se encuentran basados en las mejores informaciones y datos disponibles a la fecha de realización de los estudios de proyecto. Sin embargo, teniendo en cuenta que las secciones y condiciones de los ríos están cambiando continuamente, se recomienda que previamente a la realización de la licitación, se proceda a realizar relevamientos complementarios de campo (relevamientos batimétricos e investigaciones para determinación más precisa del tipo y calidad de los materiales duros en varios pasos).

8.6 CONSTRUCCION POR ETAPAS

Teniendo en cuenta las condiciones y características usuales de operaciones de dragado, cuyo elemento determinante principal es la movilización de los equipos, y teniendo en cuenta tambien los volúmenes relativamente modestos del material de dragado ¹, los Consultores recomiendan que los dragados de apertura previstos en los proyectos de licitación del Tramo Santa Fe-Corumba/Canal Tamengo se realicen en una única etapa hasta los niveles de proyecto previstos.

Se tiene en cuenta tambien que los recursos financieros totales requeridos para la inversión inicial del proyecto, de US\$ 94,4 millones para dragados de apertura y US\$ 7,3 millones para sistemas de señalización, no son de magnitud tal que puedan existir mayores problemas de disponibilidad financiera para los cinco Países Miembro de la Hidrovia.

Sin embargo, si la implementación del proyecto llegara a depararse con una eventual restricción financiera que impida su realización plena en una única etapa, seria posible considerar, como ha sido sugerido, que en una primera etapa se drague solamente hasta la profundidad de 2,6 m (correspondiente a un calado de proyecto de 2,0 m), llevándose la profundidad de los canales hasta el valor previsto de 3,2 m (calado de 2,6 m) en etapas futuras.

Esta posibilidad, sin embargo, estará restringida, por diversas razones, al dragado hidráulico del Tramo Asunción-Corumbá; este representa una inversión de US\$ 30,4 millones, sobre la cual, reduciendo la profundidad como indicado, se podría obtener una reducción de la inversión inicial del orden de US\$ 15,0 millones, que representa aproximadamente el 14,7% de la inversión inicial total.

¹El volumen total de dragado de apertura hidráulico es de 16,2 millones de m³, distribuido en 92 pasos. En comparación se pueden citar los volúmenes de dragado de apertura de la Via Troncal Santa Fe-Oceano, de más de 120 millones de m³, y del Canal Martín García, del orden de 33 millones de m³.

Se verifica por lo tanto que la posible reducción del costo inicial del proyecto posibilitada por su desarrollo en fases es poco expresiva.

La ejecución por etapas es una posibilidad remota, solamente aplicable si realmente hubiera restricciones financieras graves, lo que, como queda dicho, es muy poco probable, dado el monto total de las obras.

9. PLAN DE DESARROLLO 1997-2020 DE LA HIDROVIA

9.1 INTRODUCCION

Han sido realizados a lo largo de estos trabajos los estudios técnicos, económicos y financieros para la concepción y diseño de un plan de desarrollo de la Hidrovía Paraguay-Paraná a lo largo del período 1997-2020, reuniendo todos los elementos requeridos para un estudio de planificación de transportes de largo alcance.

Se definió el área de influencia de la Hidrovía, su red de transporte y sus zonas de tráfico, se examinó la capacidad de producción agrícola, forestal y mineral, y se realizó un análisis en profundidad de los principales flujos de transporte por origen y destino de las mercaderías a granel y su proyección para el período de análisis; se realizó un análisis de la flota y la selección de las embarcaciones de proyecto; se obtuvieron los relevamientos batimétricos de los pasos críticos y se convirtieron en archivos CAD; se realizaron relevamientos de campo en numerosos sitios a lo largo de 2760 Km desde Santa Fe hasta Cáceres y estudios hidrológicos comprensivos, estableciendo los niveles de reducción y el plano de referencia a lo largo de todo el curso fluvial.

En una primera fase se realizaron los estudios de factibilidad y anteproyectos correspondientes a 28 alternativas de capacidad de canal en 92 pasos críticos en el Tramo Santa Fe-Corumbá / Canal Tamengo, y a los mejoramientos requeridos de los sistemas de ayuda a la navegación. La aplicación de un modelo matemático de división modal y optimización económica permitió la definición de la alternativa recomendada para la primera etapa de desarrollo, la cuál, con una variante para el tramo Santa Fe-Asunción, fue aceptada por el Comité Intergubernamental de la Hidrovía Paraguay-Paraná-CIH. Para esta alternativa y su variante fueron ejecutados los proyectos básicos de licitación, que confirmaron los resultados económicos del estudio de factibilidad.

En una segunda fase se examinaron las alternativas de obras cuya ejecución podría ser considerada después de las obras de mejoramiento correspondientes a la primera Etapa de desarrollo, incluyendo las siguientes posibilidades:

- ampliación de la capacidad de los canales de la 1a etapa,
- obras de mejoramiento de la navegación en el Tramo Corumbá-Cáceres;
- obras de estabilización de canales;
- accesos portuarios.

A continuación se presenta una síntesis del plan de desarrollo 1997-2020 de la Hidrovía, resultante de las conclusiones de los análisis realizados.

9.2 DETALLE DE LAS OBRAS CONSIDERADAS PARA EL PLAN DE DESARROLLO

9.2.1 Ampliación de la Primera Etapa de Desarrollo

Las obras resultantes de los estudios de planificación de la 1ª fase, o sea, las obras de mejoramiento de la navegación correspondientes a la primera etapa de desarrollo, incluyen los mejoramientos de los sistemas de ayuda a la navegación fluvial en el tramo Nueva Palmira-Corumbá y las obras de dragado en 92 pasos de navegación en el tramo Santa Fe-Corumbá. Estas últimas, de acuerdo a nuestra recomendación sometida al CIH (Reuniones de Asunción de Abril de 1996) correspondían a convoyes de 4x4 barcazas “Jumbo” en todo el tramo Santa Fe-Corumbá, con calados de proyecto de 3,0 m. entre Santa Fe y Asunción y de 2,6 m. entre Asunción y Corumbá. Después de un análisis complementario realizado a pedido del CIH, este decidió que los canales del tramo Santa Fe-Asunción sean dimensionados para convoyes de 4x5 barcazas “Jumbo”. Esta decisión no altera las conclusiones económico-financieras generales, dentro de la precisión posible en estos análisis, como se comprobó al ejecutarse los proyectos básicos y correspondientes estimaciones de costo.

Para estas obras fueron ejecutados los proyectos básicos de licitación que se describen en el punto 8.2. Para el Canal Tamengo se incluyó una alternativa para convoyes de 2 x 2 barcazas.

9.2.2 Ampliación Futura de las Obras de la Primera Etapa

La configuración de convoy compuesta por 20 barcazas, en ordenamiento 4x5, constituye para todos los efectos un límite superior, determinado por la morfología del Río Paraguay.

Se examinó la factibilidad de ensanchar futuramente los canales en el tramo Asunción-Corumbá (dimensionados en la 1ª etapa para convoyes 4x4), para permitir el paso de convoyes 4x5. La dificultad mayor reside en 5 curvas en la parte superior del trecho, cuyos costos de ensanche serían del orden de US\$ 39 millones. El análisis indicó que, aún con el flujo de carga Hidroviario previsto para el año 2020 (17.400.000 t/año), este ensanche no sería económico. Se concluyó, por lo tanto, por no incluir esta ampliación en el programa de desarrollo. En términos de capacidad de transporte, las obras previstas para la primera etapa de desarrollo han llegado así al límite superior de capacidad previsible en la Hidrovía hasta el horizonte de planificación del año 2020.

Llegar a esa capacidad ya en la primera etapa, ha sido demostrado como económica y financieramente factible en los estudios de planificación realizados.

9.2.3 Mejoramiento de la Navegación en el Tramo Corumbá-Cáceres

Los estudios técnicos, económicos y financieros realizados (incluyendo también los costos ambientales determinados por el Consorcio TGCC) han demostrado que la factibilidad económico-financiera de realizar obras de mejoramiento de navegación en el tramo Corumbá-Cáceres de la Hidrovía, depende totalmente de la construcción del ferrocarril, denominado “Ferrovia do Norte”, hasta la ciudad de Cuiabá, cuyo término se encuentra previsto para antes del año 2005. Este ferrocarril, de acuerdo a los análisis realizados, debido a los menores costos origen/destino que posibilita para el transporte de la producción, principalmente del flujo de exportación de soja, de las áreas del Norte de Mato Grosso, deberá atraer prácticamente la totalidad de esa carga.

Se recomienda, el estrecho seguimiento de la ejecución prevista del ferrocarril y de su posterior performance, tanto en términos de eficiencia operacional como de fletes. La Hidrovía constituye en todo momento una alternativa factible de ese ferrocarril, si este no llegara a ser completado, o bien si su performance cayera por debajo de los niveles previstos en los presentes análisis.

No se sabe a ciencia cierta, la época de término de construcción y entrada en operación de este ferrocarril. Fué realizado un amplio análisis de sensibilidad del cual resultó que si la Ferronorte entrara en operación antes de 2005 y operara de forma eficiente, no es posible recomendar la inversión en mejoras a la navegación en el tramo Cáceres-Corumbá. Sin embargo, los gobiernos de los países involucrados deberían evaluar sus políticas de desarrollo y transporte regional a la luz de los análisis producidos en este informe. Considerando los factores institucionales y de competencia modal, se podría llegar a definir un rol para el tramo Cáceres-Corumbá en el sistema regional de transporte y establecer las condiciones que permitan su realización, considerando, inclusive, los factores ambientales.

9.2.4 Obras de Estabilización de Canales

Se considera en principio factible la ejecución, en la Hidrovía, de obras fijas compuestas por diques o espigones de diversos tipos, protecciones de márgenes, cierres de brazos laterales etc., cuyo objetivo es el encauzamiento del flujo de forma a mantener estable una cierta sección del canal, reducir las necesidades de dragado de mantenimiento y mejorar las condiciones de alineamiento de las embarcaciones (convoyes) en su paso por secciones críticas en curvas.

A ejemplo de lo que se ha verificado en la implementación de obras de encauzamiento y estabilización de canales en otras grandes vías de navegación fluvial en América del Norte, Europa Occidental, Rusia y China, también en la Hidrovía Paraguay-Paraná esa implementación será un proceso de muy largo plazo, y sus resultados iniciales se producirán recién durante la segunda mitad del período de planificación abarcado por el presente estudio de factibilidad.

La determinación de la factibilidad de una obra de estabilización requiere como paso inicial, la ejecución de los dragados de apertura y posteriormente, la observación y monitoreo de los canales dragados, con relevamiento continuo de datos batimétricos, topo-batimétricos, hidrométricos y sedimentométricos, así como también los referentes a los volúmenes de dragado de mantenimiento y al comportamiento de convoyes en su pasaje por esos lugares. Solamente después de un período de observación de duración suficiente, que puede ser de varios años, se tendrán los datos necesarios para la realización y calibrado de modelos físicos y/o matemáticos y para el correcto diseño y evaluación de esas obras. Una vez construídas, se deberá evaluar su comportamiento en comparación con el previsto en los estudios de modelo, y también sus efectos aguas arriba y aguas abajo, antes de proceder a la construcción de otras obras del mismo tipo. Se acumulará de esta forma, la experiencia necesaria específica para este sistema fluvial, que permitirá con el tiempo, por tentativas, la adecuada implementación de las obras.

Se requerirá para esa implementación la actuación de una entidad coordinadora, responsable por promover la realización de los relevamientos y estudios, y de las obras propiamente dichas. Para ello deberá contar con la colaboración de las entidades nacionales de navegación, universidades e institutos de investigación y laboratorios de hidráulica, y de los contratistas o concesionarios a cargo de los dragados de apertura y mantenimiento. Para la programación y ejecución de los trabajos sería conveniente su coordinación y supervisión por consultores especializados y las campañas hidrométricas y sedimentométricas podrían ser ejecutadas por las entidades de navegación nacionales o bien por entidades o empresas especializadas en hidrometría.

Se ha preparado un programa tentativo para esa implementación (ver punto 4.5, Tabla 4.5.3), con la indicación inicial de siete pasos de navegación en los cuales, en base a los proyectos de dragado realizados, se identificaron condiciones evidentes que aconsejan la consideración de obras fijas para mejorar las condiciones de navegación y disminuir los volúmenes de dragado de mantenimiento.

Se han preparado también los Términos de Referencia genéricos para la ejecución de los relevamientos e investigaciones de campo y demás investigaciones y estudios necesarios para la preparación de los proyectos básicos de ingeniería de las obras de estabilización.

9.2.5 Navegacion en el Tramo Santa Fe-Nueva Palmira

Por los análisis y consultas realizadas se verificó que no existen impedimentos físicos para la navegación de convoyes de 4 x 5 barcazas “jumbo” en el Tramo Santa Fe-Nueva Palmira, por la derrota Paraná Guazú-Rio Bravo. En ciertos segmentos de esta derrota se ha propuesto señalización especial para la separación del tráfico de convoyes y navios de ultramar. En los demás, la navegación deberá ceñir-se estrictamente a la reglamentación de cruces de la vía navegable.

9.2.6 Obras de Accesos Portuarios

Se examinaron los accesos para los convoyes de proyecto de la Hidrovía a diversos puertos, aguas arriba y aguas abajo de Santa Fe. Se verificó que los que se encuentran a lo largo de la vía troncal Santa Fe-Océano, dimensionados para la operación de navíos oceánicos, cubren en general las necesidades de convoyes fluviales, tanto en términos de calado como de espacio de maniobra.

Aguas arriba de Santa Fe fueron examinados los accesos, previstos para convoyes fluviales, de Barranqueras, Asunción, Pilar, Concepción, Porto Murtinho, Puerto Busch, Corumbá/Ladario, Central Aguirre y Cáceres, determinándose en su conjunto una inversión en dragados de apertura del orden de US\$ 3.500.000 y costos de mantenimiento anuales de aproximadamente US\$ 1.650.000/año.

En principio, estos costos deberian ser apropiados a la operación portuaria. De cualquier manera, al incorporarse estos costos al análisis económico realizado para las obras de la 1a. Etapa de desarrollo, se verifica una reducción de 3% de la TIR (de 18% para 15%) de la alternativa recomendada E2E1, y una

reducción de US\$ 12 millones del VAN (de US\$ 28.0 millones para US\$ 15.7 millones), que no afectan la factibilidad económica del emprendimiento.

9.3 ASPECTOS INSTITUCIONALES

La implementación del Plan de Desarrollo de la Hidrovía exige la adopción de una estructura institucional apropiada que ha sido discutida en el Punto 7 y complementada en el Punto 8.4.3 en lo que se refiere a la implementación financiera de las obras. En lo que sigue se resumen algunas de las consideraciones y conceptos principales en relación a este tema.

9.3.1 Implementacion Financiera

En su aspecto principal, la implementación de la estructura institucional-administrativa de la Hidrovía requiere una revisión del Acuerdo de Transporte Fluvial de la Hidrovía Paraguay-Paraná de 26 de junio de 1992, por el cual los Países-Miembros expresen su compromiso de ejecutar y mantener las obras que permitan asegurar la navegabilidad de la Hidrovía; este compromiso involucra el comprometimiento de los fondos necesarios para su cumplimiento, tanto los necesarios para la construcción y mantenimiento de las obras propiamente dichas, como los requeridos para el funcionamiento de las estructuras administrativas que fueren creadas para el mismo efecto.

El suministro de los fondos deberá ser incluido en los presupuestos anuales fiscales de los cinco Países y para tal deberá ser aprobado por los respectivos Parlamentos. A tal efecto, la revisión del Acuerdo de 1992 deberá también ser aprobada por los Parlamentos, lo que, en derecho internacional, equivale a la celebración de un Tratado para que, como tal, tenga fuerza de ley a efectos de la asignación de fondos.

9.3.2 Implementacion Institucional

Con el respaldo del Tratado mencionado en el punto anterior, que asegurará la asignación de los fondos requeridos, se podrá pasar a la implementación institucional de las medidas necesarias para la ejecución y mantenimiento de las obras de navegación. El propio Tratado indicará las condiciones de los acuerdos que los Países podrán celebrar a tal efecto. En ese sentido, cabe diferenciar dos funciones principales a ser ejercidas por las entidades responsables: la función normativa y la función ejecutiva.

a - Función Normativa

Teniendo en cuenta que la Hidrovía es, en lo que se refiere a navegación, una unidad integrada, las normas respectivas deberían ser uniformes. Se incluye en el concepto de “función normativa” la elaboración de planes de desarrollo, incluyendo hidrometría y sedimentometría; monitoreos diversos y preparación de estudios y proyectos; medidas de preservación ambiental; cartografía y relevamientos topográficos y batimétricos; fijación de niveles de reducción con criterio uniforme; normas de ayudas a la navegación y señalización y otros semejantes, e incluyendo también aspectos legales y de coordinación de regímenes aduaneros, impositivos y de posibles derechos de uso de la Hidrovía.

Por ello, la entidad o entidades responsables por la Función Normativa en sus diversos aspectos deberían ser compuestas por representantes de los cinco Países. En el estudio institucional presentado (Capítulo 15), se proponen diversos esquemas organizativos posibles para el ejercicio de las funciones referentes a normas técnicas y reglamentación de la navegación y coordinación aduanera e impositiva, y la preparación de planes y proyectos de desarrollo.

Los detalles de esta organización deberán ser fijados por los participantes, contando para ello con un asesoramiento a un nivel de detalle y profundidad mayor que el posible en este estudio preliminar, de acuerdo a sus Términos de Referencia.

Es importante reiterar, sin embargo, que la base de esta organización deberá estar constituida por la asignación de recursos financieros permanentes, aprobada por los parlamentos de los Países-Miembros. Una vez constituidas la entidad o entidades, esos recursos deberán corresponder a los programas de actividades y correspondientes presupuestos que fueren elaborados por las mismas.

b - Función Ejecutiva

Se recomienda que la Función Ejecutiva, esto es, la ejecución y pago de las obras de canalización y de señalización y ayudas a la navegación sea ejercida por entidades creadas por grupos de Países con jurisdicción sobre determinados tramos de la Hidrovía. Estas entidades serían creadas por medio de acuerdos específicos. En principio, siguiendo la tradición establecida, uno de estos acuerdos lo sería entre Argentina y Paraguay, relativo al Tramo Santa Fe-Asunción, y otro, entre Brasil y Paraguay, con

posible participación de Bolivia, para el Tramo Asunción-Corumbá y Canal Tamengo.

Como se señaló en los Puntos 8.4.2 y 8.4.3, es muy diferente la proporción relativa de los costos de las obras de la Hidrovía, según su distribución geopolítica, y la distribución de los beneficios de las actividades navieras. El Tratado de la Hidrovía debería por lo tanto permitir el establecimiento del régimen de condominio de propiedad de las obras e instalaciones de navegación; ello permitiría que los acuerdos sean basados en negociaciones que persigan el establecimiento de una repartición apropiada de los costos de las obras, así como también de los posibles ingresos resultantes de pagos de derechos de uso por parte de los usuarios.

Como modalidad de ejecución de las obras de navegación se recomienda el régimen de concesión de obra pública a entidad de derecho privado. La función de las entidades creadas por los acuerdos se podrá restringir así a la promoción e implementación de las obras, evitando la propia ejecución y explotación de las mismas. Su función incluirá la preparación y juzgamiento de las licitaciones y la posterior fiscalización de los contratos de concesión que fueren celebrados.

Se reitera aquí también que la asignación de recursos, tanto para el funcionamiento de las entidades como para la ejecución de las obras es un requisito necesario. Lo es también el acuerdo de los usuarios para el pago de los derechos de uso en la forma más apropiada, para lo cual debería existir un nexo apropiado entre asociaciones de usuarios y las entidades creadas por los acuerdos, si no una representación de los mismos en esas entidades, teniendo en cuenta su participación en el pago de las obras.

Los documentos de licitación y los presupuestos preparados para las obras de navegación (ver Punto 8.5) fueron subdivididos en los dos tramos mencionados: Santa Fe-Asunción y Asunción-Corumbá/Canal Tamengo y pueden constituir así una base apropiada para los acuerdos que sean celebrados para la ejecución de las obras.

9.4 EJECUCION DE LAS OBRAS

Como se ha expuesto en el ítem 2, las obras que, como resultado de los análisis, fueron incluidas en el Plan de Desarrollo, han sido las siguientes:

- a - Obras de canalización y señalización en el Tramo Santa Fe-Corumbá y Canal Tamengo, y obras de señalización específica para embarcaciones

fluviales (convoyes) en el Tramo Santa Fe-Nueva Palmira; estas obras deberían ser realizadas en una etapa de ejecución inmediata.

b - Obras de estabilización de canales, que serían ejecutadas en un plan de largo plazo que comenzaría una vez que, mediante observación y monitoreo del comportamiento de las obras de canalización, se tengan elementos de juicio que recomienden el estudio y posterior realización, de esas obras de estabilización.

c - Obras de accesos portuarios.

9.4.1 Obras de Canalización y Señalización

Para las obras de la fase a, se han ejecutado los proyectos básicos y respectiva documentación de licitación. En el punto 9.3 anterior, consta la recomendación de que las obras sean ejecutadas mediante dos concesiones, referentes, respectivamente, a los tramos Santa Fe-Asunción y Asunción-Corumbá/Canal Tamengo. Como se ha visto en el punto 8.6, los volúmenes de obra, aunque importantes, no son de expresión tal que excedan las capacidades de las empresas de dragado que actúan en la región. Se ha realizado un levantamiento de los equipos de dragado disponibles en la plaza, comprobándose que serían ampliamente suficientes para la ejecución de los trabajos en el período de 2 años que ha sido adoptado para los análisis financieros, cuya factibilidad también ha sido demostrada en el análisis específico realizado, como se muestra en el punto 8.2.4.

En los planos de proyecto se indican los lugares de vaciado previstos que, con excepción del Canal Tamengo, se sitúan todos en los propios cauces fluviales, de forma que no será necesaria la adquisición o expropiación de terrenos para la deposición de los materiales fuera de las márgenes.

En lo que se refiere al Canal Tamengo, la deposición de materiales se ha previsto en las áreas bajas y pantanosas de la margen Norte, en jurisdicción brasileña. Estas áreas no registran ocupación y deberán recuperar rápidamente su vegetación y hábitat natural.

9.4.2 Obras de Estabilización de Canales

Para la ejecución de las obras de estabilización de la fase b, se recomienda que la observación y monitoreo de los canales dragados de la fase a y la posterior ejecución del modelado físico y/o matemático, y la elaboración de los estudios y proyectos respectivos, sean realizados por el ente responsable por la ejecución de los planes de desarrollo de la Hidrovía. Para tal, como también se

ha dicho, este ente debería contar con una estructura permanente, y con la asignación de fondos que permitan el cumplimiento de sus funciones, que incluirían la capacidad de contratación de consultores y entidades que ejecuten los monitoreos de navegación, instalaciones y campañas de observaciones hidrométricas, relevamientos cartográficos y batimétricos, relevamientos e investigaciones geotécnicas, monitoreo de erosiones y deposiciones de sedimentos y volúmenes de dragado de mantenimiento, elaboración de modelos físicos y/o matemáticos y elaboración de los proyectos y documentos de licitación de las obras de estabilización. Para la ejecución de estos estudios de proyecto se han elaborado los Términos de Referencia respectivos, como se indica en 2.4.

La propia ejecución de las obras de estabilización y su relación con los trabajos de mantenimiento que ejecutará el concesionario de dragado, deberían estar a cargo de las entidades creadas por los acuerdos de ejecución de obras de la Hidrovía. De esta forma se asegurará que todas las obras que se ejecuten sean consistentes con los planes generales de la Hidrovía.

9.4.3 Obras de Accesos Portuarios

En lo que se refiere a las obras de accesos portuarios, estas deberán ser consideradas en conjunto con los planes de acondicionamiento y modernización portuaria que actualmente están en vía de implementación por parte del CIH. Las inversiones que fueron estimadas en base a los proyectos preliminares preparados como se indica en 9.2.5, se han incluido a título de “pro-memoria” en el Plan de Inversiones, no siendo apropiables directamente a la Hidrovía.

9.5 SINTESIS DE LAS MEDIDAS RECOMENDADAS

En diversas partes de este informe se han recomendado las medidas que los consultores consideran apropiadas o necesarias para mejorar las condiciones actuales de navegación en la Hidrovía Paraguay-Paraná, incluyendo las actividades básicas de apoyo cartográfico e hidrométrico, las mejoras de la señalización y otras ayudas a la navegación y la ejecución de obras de canalización, destinadas a la implementación de una vía de navegación segura y eficiente y basadas en los métodos y técnicas más avanzadas disponibles en la actualidad.

Las obras y servicios técnicos se encuentran claramente identificados. Su ejecución e implementación, sin embargo, dependerán de las medidas institucionales y administrativas que fueren adoptadas por los Gobiernos de los Países Miembro, incluyendo, de forma precipua, la consecución de los

recursos financieros firmes necesarios para el funcionamiento de organizaciones gerenciales estables y con capacidad de contratación. También en este campo los consultores han dado algunas recomendaciones básicas, pero la implementación de esas medidas estará a cargo de los propios países y de sus representaciones.

En síntesis, las actividades requeridas para la implementación del proyecto que han sido indicadas en precedente, incluyen:

- A. diseño y ejecución de los dragados de apertura de los canales de navegación y de las instalaciones de señalización;
- B. dragado de mantenimiento del nuevo canal durante varios años;
- C. identificación de los pasos que presentan problemas, principalmente:
 - costos elevados de dragado de mantenimiento;
 - el pasaje de embarcaciones es dificultado por las corrientes;
- D. registro sistemático de datos hidrométricos, erosión y sedimentación en los pasos que presentan problemas;
- E. diseño de estructuras de encauzamiento y estabilización, incluyendo:
 - ejecución de relevamientos e investigaciones topográficas, batimétricas y geotécnicas;
 - desarrollo de modelos matemáticos y/o físicos para el diseño;
 - elaboración de los proyectos, especificaciones y documentos de licitación;
- F. construcción de una cantidad limitada de prototipos de estructuras de estabilización;
- G. monitoreo de estos prototipos para verificación de su eficiencia;
- H. ampliación del programa de estabilización a lo largo del resto del río.

El diseño de las obras de dragado y señalización y las correspondientes especificaciones y documentos de licitación, así como también los estudios ambientales necesarios para el licenciamiento de la construcción han sido

logrados mediante el presente trabajo y el estudio paralelo elaborado por el Consorcio TGCC.

La etapa inmediata siguiente es la propia ejecución de estas obras. Como se expuso en el punto 3 anterior en relación a los aspectos institucionales, a ejemplo de lo seguido para la realización de otras grandes obras internacionales (en el ámbito de los países miembro, los ejemplos son el Tratado del Río Uruguay y los de Itaipú, Yaciretá y Salto Grande), para que la implementación financiera del Proyecto tenga fuerza de ley en los países y los recursos sean aprobados por los parlamentos e incluidos en los presupuestos, se requiere la constitución de un Tratado entre los cinco países, por el cual estos se comprometan a ejecutar y mantener las obras de navegación de la Hidrovía. Por este Tratado se posibilitara la constitución de dos tipos de Acuerdos:

- Acuerdo para la constitución de una entidad normativa de los cinco países.
- Acuerdos para la ejecución de las obras entre grupos de países con jurisdicción sobre determinados tramos de la Hidrovía.

Una vez constituidos los Acuerdos ejecutivos, y aprobados los recursos financieros respectivos, se podrá cumplir la primera etapa indicada, con la construcción y mantenimiento de los canales y la instalación y mantenimiento de las obras de señalización y ayuda a la navegación.

Paralelamente, se constituirá la entidad normativa, que estará a cargo de las actividades C, D, E, G y H de la lista anterior.

La entidad deberá tener personería jurídica y capacidad de contratación de los servicios necesarios, así como también de contraer préstamos bancarios para el mismo efecto, lo que estará establecido en su estatuto. La entidad deberá realizar siempre, con suficiente anticipación, sus programaciones financieras correspondientes a su propio personal, inversiones y gastos fijos, y a los contratos de servicios con empresas de consultoría y organizaciones especializadas.

Su función propia esencial será la centralización y archivo de las informaciones requeridas para la implementación del plan de desarrollo aquí recomendado, con especial relevancia y atención para las obras de estabilización de canales. A tal efecto la organización deberá contar con un cuerpo técnico estable y un centro de procesamiento de datos equipado con bancos de computadores y programas (software) interactivos que permitan el manejo de grandes bancos de datos hidrológicos y topobatimétricos. A este

centro deberían ser incorporadas las bases de datos desarrolladas en el presente trabajo. También deberían incorporarse a las bases de datos las informaciones sobre volúmenes dragados y relevamientos batimétricos realizados, a medida que fueren obtenidos por los concesionarios de la vía navegable.

Los servicios de relevamientos geodésicos, topográficos, batimétricos e hidrométricos deberían ser contratados o acordados por la entidad normativa, con organizaciones especializadas de los Países Miembro. En la Sección 5.3 del Capítulo 5 se ha propuesto un programa general de los relevamientos que se creen necesarios para establecer una base geodésica y cartográfica apropiada para la Hidrovía incorporando procedimientos de posicionamiento satelital (GPS) y de información geográfica (GIS), y para la obtención y almacenamiento de la información hidrométrica.

La entidad normativa también deberá encargarse de las propuestas de normas y reglamentaciones que proporcionen las mejores condiciones posibles para la navegación propiamente dicha, combinando elementos de seguridad y fluidez. Las recomendaciones respectivas se encuentran en el Capítulo 17, especialmente en los puntos 2, 5, 7 y 8.

La entidad deberá contar con una dirección técnica especializada que controlará y dirigirá las actividades del centro de procesamiento; realizará el examen de los datos e informaciones, y determinará las necesidades de estudios relativos a posibles obras de encauzamiento y estabilización de canales, proponiendo su realización a la dirección administrativa de la entidad.

Una vez decidida esa realización, la manera más eficiente de lograrla es, sin duda, su contratación con empresas consultoras especializadas. Esas empresas indicarán los relevamientos e investigaciones de campo y laboratorio adicionales necesarios, así como también la necesidad y conveniencia de la construcción y ensayo de modelos hidráulicos físicos, los que serían contratados con alguno de los laboratorios hidráulicos de los Países Miembro. Las empresas de consultoría desarrollarán también los estudios de factibilidad técnico-económica respectivos y, llegado el caso, los proyectos básicos, especificaciones y documentos de licitación de las obras.

En el punto 4 del Capítulo 9 ha sido desarrollado un programa general para las obras de estabilización de canales, presentándose en el Anexo 9.7 los Términos de Referencia para los estudios de proyecto y servicios de ingeniería requeridos.

La propia ejecución de estas obras sería de responsabilidad de las entidades ejecutivas formadas por los países con jurisdicción sobre determinados tramos de la Hidrovía, a las que serían suministrados los estudios y proyectos respectivos. Estas entidades deberán tener acuerdos específicos con los concesionarios de las obras de dragado y señalización de la Hidrovía, a efectos de que los posibles ahorros de volúmenes de dragado de mantenimiento posibilitados por las obras de estabilización se reflejen en las condiciones económicas de los contratos respectivos.

Una vez construidas las primeras obras de estabilización, las mismas deberían ser consideradas como prototipos. Los contratos de consultoría suprarreferidos deberían contener la elaboración de los programas de monitoreo y mediciones que permitan verificar la efectividad de estas obras y el registro de su comportamiento, para tenerlo en cuenta en la programación y proyecto de nuevas obras que con la experiencia acumulada se podrán prever a lo largo del resto de la Hidrovía.

En lo que se refiere a la ejecución de obras de mejoras de la navegación en el tramo Corumbá-Cáceres, los análisis realizados por los consultores no permitieron llegar a una conclusión por la cual se pueda recomendar su realización, como se expone en el punto 2.3 anterior y en la Sección 14.3 del Capítulo 14. Si la decisión de los países, dependiendo primordialmente del Brasil, fuere la de crear una vía de transporte alternativa a la que será proporcionada por el ferrocarril en construcción Ferronorte, las obras respectivas se han detallado, a nivel de estudio de factibilidad, en el punto 3 del Capítulo 9. En ese caso, la entidad normativa deberá ser facultada para contratar los estudios de ingeniería y ambientales necesarios para la elaboración de los proyectos básicos de esas obras, y respectiva documentación de licitación.

Para la implementación de las obras recomendadas se deberán obtener las licencias o permisos ambientales correspondientes, como se detalla en el punto siguiente.

9.6 PROGRAMAS Y PERMISOS AMBIENTALES

El extenso estudio ambiental realizado por la Asociación como parte del Módulo A, así como también los estudios ambientales realizados de forma independiente por el Consorcio Taylor-Golder-Consular-Connal debería, por su extensión y profundidad, satisfacer plenamente los requisitos exigidos por las autoridades ambientales de los Países Miembro para la concesión de los permisos de ejecución de las obras.

En el estudio realizado por la Asociación se incluyeron todos los posibles impactos directos de las obras de dragado, determinándose las medidas de mitigación necesarias, que fueron incluidas en las especificaciones técnicas de las obras.

Los estudios del Consorcio TGCC, aún no terminados en la fecha de conclusión del presente informe, deberán concluir con la recomendación de programas de monitoreo y control para preservación del Medio Ambiente.

Estos extensos estudios, medidas y programas, deberán, sin embargo, ser presentados a las autoridades ambientales de los Países-Miembros de la Hidrovía, en la forma, y siguiendo las gestiones prescritas en las respectivas legislaciones.

La legislación más adelantada, en ese sentido, es la del Brasil. En este País la legislación ambiental es regida por el Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, y por las Secretarías de Meio Ambiente de los Estados, interviniendo, en este caso, los Estados de Mato Grosso y de Mato Grosso do Sul. Las licencias ambientales son concedidas, en principio, por los Estados, pero puede existir un acuerdo por el cual las licencias sean concedidas directamente por el CONAMA. Esta alternativa, teniendo en cuenta el carácter internacional de la Hidrovía y la necesidad de coordinar la concesión de permisos con las de otros países, sería preferible.

Como en el presente caso, en lo que se refiere a las obras principales, se cuenta ya con un proyecto básico a nivel de licitación, la etapa intermedia prevista en la legislación brasileña, correspondiente a “licença prévia”, puede considerarse ultrapasada, pasándose ya a la solicitud de la “licença de instalação”. A este efecto, los estudios ambientales realizados por la Asociación y por el Consorcio TGCC deberán ser traducidos al portugués, dándoles la forma de un EIA - “Estudo de Impacto Ambiental” que sería presentado, como recomendado, directamente al CONAMA, conjuntamente con el proyecto de las obras. Además del EIA deberá ser preparado un “RIMA - Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente”, que es un resumen, o síntesis del EIA, a efectos de divulgación pública.

Una vez concedida la “Licença de Instalação”, el CONAMA pasará a fiscalizar los dragados de apertura iniciales a efecto de controlar la puesta en práctica de las medidas de mitigación previstas y posteriormente, si esas medidas fueren cumplidas, concederá la “licença de operação” de las obras de canalización.

Es muy posible que esta sistemática abrangente y completa sea aceptada también por las autoridades ambientales de Argentina, Bolivia, Paraguay y Uruguay, lo que debería ser motivo de una reunión de las autoridades ambientales de los cinco Países Miembro, a efectos de una unificación de criterios de aprobación.

9.7 EMBALSES

El programa de obras discutido en el ítem 2 no incluye la construcción de embalses. La ubicación de estos sería limitada a los formadores del río Paraguay, aguas arriba del gran embalse natural constituido por el Pantanal de Mato Grosso y los mismos prácticamente no tendrían influencia sobre el régimen de este, y de los caudales aguas abajo de Ladario.

El río Paraná, por su parte, está regulado por los numerosos embalses de gran capacidad construidos en territorio brasileño así como el brasileño-paraguayo de Itaipú y el argentino-paraguayo de Yaciretá. Este es el último de la serie, aguas arriba de la Hidrovía, y su capacidad de regulación es solamente diaria/semanal. Por el momento, esa regulación no llega a efectuarse. Sin embargo, al terminar de instalarse las unidades generadoras y, principalmente, al terminar las gestiones de relocación poblacional que permitan alcanzar el nivel operacional previsto en el proyecto y posibilitar la regulación antedicha, esta podrá afectar el régimen de descarga del aprovechamiento e influir sobre el régimen diario/semanal de los niveles de agua de la Hidrovía, muy especialmente en épocas de aguas bajas y menores caudales.

Se deberá por lo tanto establecer una restricción operacional de este aprovechamiento que mantenga las fluctuaciones de caudales y niveles dentro de límites aceptables y, principalmente, la manutención de un caudal mínimo continuo correspondiente al caudal medio mensual mínimo resultante del estudio de ELETROBRÁS que ha sido utilizado en los estudios expuestos en los Puntos 1.2, 1.4 y 2.5 para fijar el nivel de reducción del tramo de la Hidrovía correspondiente al río Paraná.

9.8 PLAN DE INVERSIONES

Como se expresa en el ítem 2, en relación a las posibilidades o alternativas consideradas para etapas de obras futuras de la Hidrovía, solo se mantuvieron, además del programa correspondiente a las obras principales a ser ejecutadas en la primera etapa de desarrollo, el programa de estudios e implementación de obras de encauzamiento y estabilización de canales, y las referentes a accesos portuarios.

Para la implementación de las obras de estabilización se estimaron de forma indicativa aproximada, los requerimientos financieros correspondientes a un programa de cuatro quinquenios sucesivos de desarrollo, que en total representan recursos del orden de US\$ 33 millones. Estos dispendios se anualizaron para su representación en la Tabla 19.7.1, y se extendieron para el período total de 24 años allí considerado, representando así un total de US\$ 39,75 millones. Estas obras permitirán una reducción de los dispendios anuales de mantenimiento de los canales, la cuál, sin embargo, no se puede estimar de antemano, excepto de una forma muy genérica, como se hizo en el punto 6.9.

En lo que se refiere a los accesos portuarios se considera, en principio, que no corresponde apropiar sus costos al proyecto hidroviario. Cabe considerar, por lo tanto que su inclusión en la Tabla 19.7.1 se realiza solamente de forma indicativa, para completar la reseña de las inversiones y dispendios requeridos. Por otra parte, su inclusión en el análisis económico, como se indica en el punto 6.10, no llega a alterar las conclusiones generales de los análisis.

Los costos de las medidas de mitigación ambiental correspondientes a la implementación de las obras de la 1ª Etapa de Desarrollo se encuentran incluidos en los presupuestos correspondientes que se consignan en la Tabla 19.7.1.

Los costos de los programas generales de gestión ambiental de las cuencas fluviales contribuyentes a la Hidrovía deberán ser establecidos en los estudios que están siendo completados por el Consorcio Taylor-Golder-Consular-Connal.

Se agregaron, en la Tabla 19.7.1, costos administrativos, estimados de forma preliminar, como sigue:

	<u>US\$/año</u>
. Entidad Normativa	
- 10 profesionales universitarios (cartografía, hidrología (2), Geología, Computación (2), Medio Ambiente, Administración, Director, Director Adjunto)	560.000
- 10 profesionales nivel intermedio	360.000
- Personal de administración	120.000
- Gastos corrientes	<u>120.000</u>
Sub-total	1.160.000
Entidades Ejecutivas, total aprox.	<u>540.000</u>
Total	1.700.000

TABLA 9.8.1

RESUMEN DE LOS RECURSOS FINANCIEROS ESTIMADOS PARA EL
DESARROLLO DE OBRAS DE NAVEGACION DE LA HIDROVÍA EN EL
PERIODO 1997-2000
(Nivel de precios de Agosto 1995)

1. Obras de la 1ª Etapa de Desarrollo		
. Inversiones Iniciales	US\$ 1.000	%
- Tramo Santa Fe-Asunción		
. Obras de dragado de apertura	14.969	14,7
. Instalaciones de señalización (1)	3.364	3,3
Subtotal	18.333	18,0
- Tramo Asunción-Corumbá-Canal Tamengo (2)		
. Obras de dragado de apertura	79.422	78,1
. Instalaciones de señalización	3.900	3,9
Subtotal	83.322	82,0
Total Santa Fe-Corumbá-Canal Tamengo	101.655	100,0
. Gastos Anuales de Mantenimiento	US\$ 1.000/año	%
- Tramo Santa Fe-Asunción		
. Dragados de mantenimiento	6.224	34,8
. Mantenimiento de la señalización (1)	1.999	11,2
Subtotal	8.223	46,0
- Tramo Asunción-Corumbá-Canal Tamengo (2)		
. Dragados de mantenimiento	7.774(3)	43,5
. Mantenimiento de la señalización	1.889	10,5
Subtotal	9.663	54,0
Total Santa Fe-Corumbá-Canal Tamengo	17.886	100,0
2. Programa de Estabilización de Canales (Valores Estimativos)		
	US\$ 1.000	
Estudios hidrológicos	2.200,00	
Modelos físicos y matemáticos	6.060,00	
Estudios de factibilidad	1.260,00	
Diseño de estructuras	2.650,00	
Construcción de estructuras	27.310,00	
Monitoreo de performance	250,00	
Total 1997-2020	39.750,00	

(continúa)

TABLA 9.8.1
(conclusión)

3. Accesos Portuarios (Pro-Memoria)		
Puerto	Dragado Apertura US\$ 1.000	Dragado de Mantenimiento US\$ 1.000/año
Barranqueras	1.146,0	515,7
Asunción	293,0	293,0
Concepción	1.005,9	264,0
Corumbá/Ladario	636,0	374,4
Central Aguirre	451,4	-
Total	3.622,3	1.447,1
4. Gastos Administrativos (Estimación Pro-Memoria)		
Gastos anuales: US\$ 1.700.000/año		
Total 1997-2020: US\$ 39.100.000		

- (1) Incluye la señalización para embarcaciones fluviales en el Tramo Nueva Palmira-Santa Fe.
- (2) Se estudió una posible alternativa de proyecto del Canal Tamengo para convoyes 2 x 2 (en vez de 4 x 4) por la cual el costo del dragado de apertura del tramo arriba de Asunción se reduciría a US\$ 72.932 x 10³ y el de mantenimiento (anualizado) a US\$ 7.768 x 10³/año.
- (3) Incluye un valor financieramente anualizado para el dragado de mantenimiento del canal Tamengo.

10. BASE DE DATOS

En los relevamientos y estudios realizados los datos recolectados y/o desarrollados se colocaron por lo general en archivos computacionales, todos los cuales fueron entregados a la Unidad Coordinadora en forma de diskettes, conjuntamente con guías conteniendo las instrucciones necesarias para su recuperación y utilización.

La descripción de estos archivos y las respectivas guías se incluyeron en los respectivos capítulos técnicos del informe, comprendiendo:

- Capítulo 4 - Anexo 4.4. Digitalizaciones CAD de los relevamientos batimétricos preexistentes, utilizados en los estudios de proyecto. Se incluyen 245 hojas digitalizadas, correspondientes a 113 relevamientos batimétricos.
- Capítulo 5 - Anexo 5.10. Relevamiento de campo ejecutados por la Asociación. Se incluyen los relevamientos batimétricos de 31 pasos en el Tramo Santa Fe-Corumbá/Canal Tamengo y el relevamiento batimétrico por cruces del Tramo Corumbá-Cáceres, incluyendo el brazo Bracinho; los aforos de caudales; secciones transversales a cada 4 km entre Santa Fe y Asunción; corridas de flotadores; granulometrias de muestras de material de fondo, y perfil longitudinal Cáceres-Santa Fe.
- Capítulo 7 - Anexo 7.1. Banco de Datos Hidrológicos. Se incluyen los datos correspondientes a 46 estaciones hidrométricas, incluyendo: registros de alturas (niveles) diarias y mensuales; curvas altura-caudal; permanencia de niveles; catastro de las estaciones, y gráficos de disponibilidad. El banco permite la generación de archivos columnados, llenado de fallas, curvas de permanencia y generación de series de caudales. El banco fué grabado en 32 diskettes de datos compactados.
- Capítulo 14 - Anexo 14.2. Modelo matemático de simulación de la división modal y evaluación económico-financiera. El modelo tiene archivados todos los datos de transporte y económico-financieros necesarios para el análisis, incluyendo: proyecciones de los flujos globales de carga por origen-destino para las mercaderías a granel, para tres hipótesis (media, alta, baja), hasta el año 2020; distancias de transporte por carretera, ferrocarril e hidrovía, características técnicas del transporte hidroviario (barcazas, remolcadores, convoyes, potencias, velocidades, consumo de combustibles, capacidades, características de operación etc.); características técnicas del transporte carretero y ferroviario; características de los puertos (20 pares de puertos, capacidades de carga/descarga de barcazas); variaciones de los niveles de agua referidos al plano de referencia en término de permanencias de niveles mínimos diarios mensuales; alternativas de proyecto (ancho y profundidad de canales referida al plano de referencia); estacionalidades de las disponibilidades de carga por producto; datos económicos y

financieros: relaciones de precios económicos y financieros; costos operacionales y costos de viaje del transporte hidroviario, costos de transporte carretero y ferroviario, costos de transferencia intermodal, y costo diferencial del transporte marítimo.

- Capítulo 16 - Anexo 16.4. Proyectos básicos de las obras de dragado y señalización en 92 pasos de navegación. La digitalización en el sistema CAD de estos proyectos corresponde a los Planos de Proyecto presentados en el Volumen 4 de los documentos de licitación.

