

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 XII**

**CAPITULO 14 - ANALISIS DE DIVISION MODAL, OPTIMIZACION ECONOMICA Y
EVALUACION FINANCIERA**

SECCION 14.1 - ANALISIS DE COSTOS DE TRANSPORTE Y DIVISION MODAL

SECCION 14.2 - ANALISIS DE OPTIMIZACION ECONOMICA Y EVALUACION FINANCIERA

**SECCION 14.3 - DIVISION MODAL Y OPTIMIZACION COMPLEMENTARIA INCLUYENDO EL TRAMO
CORUMBA-CACERES**

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 14

ANALISIS DE DIVISION MODAL, OPTIMIZACION ECONOMICA Y EVALUACION FINANCIERA

14.1 ANALISIS DE COSTOS DE TRANSPORTE Y DIVISION MODAL

CAPITULO 14

ANALISIS DE DIVISION MODAL, OPTIMIZACION ECONOMICA Y

EVALUACION FINANCIERA

14.1 ANALISIS DE COSTOS DE TRANSPORTE Y DIVISION MODAL

INDICE

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCION.....	001
1.1 ORGANIZACION DEL INFORME	001
1.2 OBJETIVOS.....	001
1.3 CRITERIOS PARA EL CALCULO DE COSTOS.....	002
1.3.1 Costos Económicos y Costos Financieros	002
1.3.2 Precios de Cuenta	003
1.3.3 Criterios y Parámetros Utilizados.....	004
2. MODELO DE TRANSPORTE.....	008
2.1 ESTRUCTURA GENERAL DEL MODELO DE TRANSPORTE	008
2.1.1 Módulo de Transporte Hidroviario.....	009
2.1.2 Módulo de División Modal	012
2.1.3 Módulos de Análisis Económico y Financiero	014
3. COSTOS DE TRANSPORTE HIDROVIARIO	015
3.1 ADQUISICION DE EQUIPOS	015
3.1.1 Barcazas	015
3.1.2 Empujadores	017
3.2 OPERACION DE CONVOYES DE BARCAZAS.....	017
3.2.1 Parámetros Técnicos	017
3.2.2 Gastos de Operación de Convoyes de Barcazas.....	020
3.3 SIMULACION DE VIAJES.....	023
3.3.1 Operación de Convoyes	024
3.3.2 Puertos.....	025
3.3.3 Pasos Críticos	026
3.4 CALIBRACION DEL MODULO DE TRANSPORTE HIDROVIARIO.....	026

	<u>Pág.</u>
3.5 COSTOS DE TRANSPORTE HIDROVIARIO CON MEJORAMIENTOS.....	028
3.5.1 Alternativas de Mejoramientos.....	028
3.5.2 Costos de Transporte Hidroviario.....	029
4. COSTOS DE TRANSPORTE TERRESTRE	030
4.1 COSTOS DE OPERACION DE CAMION.....	030
4.2 COSTO DE OPERACION FERROVIARIA.....	031
5. FLUJOS GLOBALES DE TRANSPORTE.....	033
6. DIVISION MODAL	038
6.1 ALGORITMOS DE ASIGNACION	038
6.2 MODELO LOGISTICO DE ASIGNACION MODAL.....	038
6.3 MODELO LOGISTICO PARA MAS DE DOS MODOS.....	040
6.4 CALIBRACION DEL ALGORITMO PROBABILISTICO DE DIVISION MODAL	041
6.5 DIVISION MODAL DE LA DEMANDA GLOBAL	043
7. CONCLUSIONES - ANALISIS DE DIVISION MODAL.....	044
ANEXO 14.1.1 - INSTRUCTIVO OPERACIONAL DEL MODELO DE TRANSPORTE	045
ANEXO 14.1.2 - IMPRESION COMPLETA DEL MODELO DE TRANSPORTE	051

CAPITULO 14

ANALISIS DE DIVISION MODAL, OPTIMIZACION ECONOMICA Y EVALUACION FINANCIERA

14.1 ANALISIS DE COSTOS DE TRANSPORTE Y DIVISION MODAL

1. INTRODUCCION

1.1 ORGANIZACION DEL INFORME

En el presente ítem se describen los objetivos principales del análisis de Costos de Transporte y División Modal. También se discuten los criterios metodológicos para el cálculo de los costos de transporte. En el punto 2 se describe el modelo de transporte utilizado para el análisis económico de las alternativas. El ítem 3 trata de los costos de transporte hidroviario, explicando cómo se aplica el modelo para simular el transporte hidroviario y sus costos correspondientes, proveyendo detalles sobre los parámetros básicos utilizados. En el punto 4 se presentan los detalles sobre los costos de transporte carretero y ferroviario y su incorporación en el modelo. En el punto 5 se encuentra un resumen de los flujos de carga en el área del estudio. En el punto 6 se tratan la calibración del modelo de división modal y los resultados de su procesamiento. Finalmente, en el punto 7, se presentan las conclusiones del análisis.

1.2 OBJETIVOS

El objetivo final del estudio de factibilidad de los mejoramientos en la vía navegable, tomado en su concepto más básico, consiste en:

- definir cierto número de alternativas de mejoramiento (incluyendo la alternativa básica "sin proyecto");
- estimar los beneficios de cada alternativa;
- comparar los beneficios con los costos de inversión y mantenimiento de cada alternativa;
- con base en esas comparaciones y otras consideraciones, seleccionar la alternativa de obras más apropiada.

En líneas generales, los beneficios del proyecto consistirán principalmente en los ahorros de costo de transporte que resultarán de los mejoramientos

contemplados. Se pueden identificar tres tipos de flujos de transporte hidroviario:

- a.- Tráfico Normal. Son los flujos que ya utilizan actualmente la Hidrovía. Una parte sustancial de los mismos son los flujos "cautivos" de la Hidrovía, o sea, los flujos que no tienen modo de transporte alternativo económicamente factible. Recibirán como beneficio la diferencia entre los costos de transporte actuales y los costos menores que resultarán de los mejoramientos. La tasa de crecimiento de esos flujos podrá ser afectada positivamente en la medida en que se consigan ahorros significativos en los costos de transporte.
- b.- Tráfico Desviado. Son los flujos que ya existen pero utilizan otros medios de transporte. En función de los mejoramientos en la Hidrovía, esta podrá resultar más competitiva con esos otros medios, desviando tráfico de ellos. Los beneficios para estos flujos se calculan como la diferencia en los costos de transporte por su proceso actual y los nuevos costos por la Hidrovía.
- c.- Tráfico Generado. Ciertas actividades productivas se encuentran limitadas porque el precio final de las mercaderías (costo de producción más costo de transporte) en los mercados mundiales no es competitivo. A partir de una disminución importante en los costos de transporte, tal como la resultante de mejoramientos en la Hidrovía, la producción se puede volver posible, generando un flujo antes no existente.

La metodología que fue desarrollada tuvo por objetivo la estimación de las posibilidades de desvíos de tráfico (División Modal) y el cálculo de los beneficios totales del transporte hidroviario.

1.3 CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DE COSTOS

1.3.1 Costos Económicos y Costos Financieros

En cualquier análisis de proyecto en que se planea una inversión de recursos públicos es necesario utilizar dos conceptos distintos de costos:

- a. Costos financieros, o costos a precio de mercado
- b. Costos económicos, o costos a precios de cuenta

Con la utilización de precios de mercado se trata de calcular todos los costos involucrados en el análisis (obras de ingeniería civil, equipos, mano de obra, repuestos, etc.) utilizando los precios efectivamente vigentes en el mercado.

Cualquier análisis o decisión de carácter privado tendrá en cuenta los costos a precios de mercado.

En el caso de un análisis de carácter público el enfoque es diferente, y el ejemplo más evidente se refiere a los impuestos. Cuando un gobierno toma la decisión de invertir en determinado proyecto, los costos de inversión de ese proyecto, si calculados a precio de mercado, naturalmente incluyen impuestos. Desde el punto de vista de ese gobierno, el contenido de impuestos del proyecto no es realmente un costo, una vez que regresará al mismo gobierno.

Ese concepto se puede ampliar para definir costo económico como todo lo que representa un gasto efectivo de recursos de la economía, excluyendo las simples transferencias entre sectores, como es el caso de los impuestos. Ese concepto es más apropiado para analizar proyectos públicos, en que no se busca una rentabilidad financiera para el gobierno sino una asignación eficiente de los recursos económicos de la sociedad.

1.3.2 Precios de Cuenta

El concepto de precios de cuenta ("shadow prices") busca relacionar, para determinados factores económicos, el precio de mercado con el respectivo contenido de recursos económicos reales.

Por ejemplo, se puede plantear una decisión hipotética entre dos proyectos de igual precio de mercado, el primero de los cuales utiliza más mano de obra y el otro utiliza más recursos de capital. De un punto de vista de una empresa privada, si todos los otros elementos de comparación entre los dos proyectos son iguales, la elección de cualquiera es indiferente.

Del punto de vista público (alocación eficiente de los recursos económicos), importa saber cuál de los dos factores (capital o mano de obra) es más escaso en la economía. Si hay una situación de pleno empleo, realizar el primer proyecto significa desviar la mano de obra de otras actividades, y hay que saber si esas actividades en que se ocupa presuntamente esa mano de obra son más o menos eficientes para la economía.

En cambio, si hay una situación de desempleo, realizar el primer proyecto significa pagar sueldos a ciertas personas que en otra forma no tendrían ingreso. Esas personas van a utilizar ese ingreso para adquirir bienes y servicios en la economía, ampliando en cierta medida la actividad económica de la región, parte de la cual revertirá en impuestos. De esa forma tales sueldos no representan, en su totalidad, gastos reales de recursos económicos.

Se puede decir, en el caso, que el valor real de la mano de obra para la economía puede ser igual al precio de mercado (sueldos vigentes), mayor (mano de obra escasa) o menor (situación de desempleo).

Otro ejemplo frecuente se refiere a los gastos en moneda extranjera. Si se tiene una condición de divisas escasas, el proyecto que utiliza mayor

componente importado competirá por esas divisas con otras importaciones, que pueden ser más rentables para la economía. Al revés, si el balance comercial es favorable al país, importar los componentes del proyecto significa poder exportar otros productos que el país produce con eficiencia. Así, similarmente al caso de la mano de obra, el valor real de las divisas puede ser igual, mayor o menor que la tasa de cambio vigente.

El problema es cuantificar, en cada caso, esos valores relativos entre precios de mercado y precios de cuenta.

En una economía totalmente abierta, con libertad total de mercado, tal problema no existiría, pues las diferencias se reflejarían inmediatamente en los precios. El valor de los sueldos subiría o bajaría de acuerdo a la escasez o abundancia de mano de obra, y la tasa de cambio fluctuaría según la escasez o abundancia de divisas. Eso se reflejaría en los costos de los proyectos analizados, y uno de ellos resultaría más barato que el otro.

Naturalmente esa libertad total no ocurre siquiera en las economías más abiertas del mundo. Los sueldos están sujetos a legislaciones laborales y a acuerdos con sindicatos, y las tasas de cambio son monitoreadas por los gobiernos, teniendo en cuenta los intereses globales de cada país.

En consecuencia, para poder efectuar análisis de proyectos en términos económicos, periódicamente se realizan estudios en los diferentes países para cuantificar el valor de esos factores en términos de precios de cuenta, resultando coeficientes multiplicadores de los precios de mercado.

1.3.3 Criterios y Parámetros Utilizados

1.3.3.1 División Modal: Tarifas y Costos de Operación

Al analizar las condiciones ofrecidas por los diversos modos de transporte (camión, tren, barcaza), la tarifa (flete) es una de las principales variables consideradas por el expedidor de la carga. De forma general, si las demás condiciones (tiempo de transporte, regularidad, conveniencia, etc.) fueran iguales, el modo elegido sería el que ofrezca la menor tarifa.

Las tarifas actuales son, por lo tanto, uno de los elementos que explican la división modal actual de los flujos de los diversos productos entre los diversos pares de zonas de origen y destino.

Para analizar el futuro, no es cierto que las tarifas actuales permanecerán vigentes, por dos principales razones:

a. Distorsiones

En varios casos, las tarifas actuales no reflejan los costos de transporte, sino que contienen distorsiones de varios tipos: subsidios

gubernamentales, impuestos que cargan determinados modales y determinados recorridos más que otros, sobreprecios por insuficiencia de demanda o de oferta en determinados períodos del año, y distorsiones generales causadas por factores que dificultan la libre competencia. Para el futuro, es de esperarse que esas distorsiones disminuyan y las tarifas representen los efectivos costos de operación en cada caso.

b. Evolución de los Costos

Los propios costos de operación cambian con el tiempo. En algunos casos, el aumento de demanda puede causar congestión que resulta en ineficiencias que se reflejan en los costos. En otros casos, se esperan inversiones en el mejoramiento de los sistemas, resultando en tarifas menores en el futuro.

En el caso de la Hidrovía, la propia esencia del presente estudio está en el análisis de alternativas de mejoramiento de la eficiencia para bajar las tarifas y competir mejor en el mercado de transporte de la región de influencia.

Por esas razones, la cuestión de los costos para efecto del cálculo de la división modal, se planteó en los siguientes términos:

- Utilización de las tarifas actuales para la calibración de la división modal actual;
- Utilización de los costos de operación, agregados a los beneficios del operador, para el cálculo de la división modal futura.

Estos costos de operación para la división modal deben expresarse en términos financieros (precios de mercado), agregando todos los insumos, impuestos y beneficios de cada operador, para reflejar la tarifa probable del futuro.

1.3.3.2 Moneda y Tasa de Interés

El presente estudio involucra análisis de largo plazo abarcando cinco países. Así, como es usual para estudios de esa naturaleza, se adoptaron valores internacionales para la unidad de moneda y para la tasa de interés. Tales valores son:

Moneda: Dólares norteamericanos (US\$)

Tasa de Interés: 12% al año.

Esta tasa, generalmente aplicada en estudios de instituciones internacionales de crédito, se utilizó para todos los análisis involucrando costos de capital.

1.3.3.3 Tarifas

Presentemente, los países tienen distintas condiciones de transporte, resultando en tarifas diferentes. Esas diferencias se deben a factores que incluyen:

- costos de insumos (mano de obra, combustible, equipos);
- políticas fiscales (impuestos, subsidios);
- estructuras institucionales (propiedad estatal o privada de los modos de transporte).

Para el futuro, aunque se espere una relativa uniformización en razón de la implementación progresiva de los acuerdos del Mercosur, algunas diferencias seguirán existiendo, pero se ignora en qué medida.

A los efectos del presente estudio, y teniendo en cuenta las condiciones particulares de cada caso, se adoptaron los siguientes criterios para los cálculos de costo:

a. Transporte carretero

El transporte carretero es una opción válida principalmente para la soja y sus derivados exportados desde Brasil (Mato Grosso de Sul) y Paraguay. En el caso de Paraguay, el transporte carretero hacia los puertos se hace principalmente a través de territorio brasileño.

Por esas razones se adoptaron los costos y parámetros brasileños para el transporte carretero.

b. Transporte ferroviario

En todos los países el sistema ferroviario está pasando por un proceso de privatización, más adelantado en Argentina pero en curso en los demás. Se estimó que los costos de transporte tenderán con el tiempo para los niveles internacionales en todos los países, adoptándose cifras comunes para todos.

c. Transporte Hidroviario

Actualmente el país que tiene la política fiscal más favorable a la navegación es Paraguay. Por esa razón varias empresas armadoras se han establecido bajo bandera paraguaya, aunque puedan tener origen en otro país.

Así se adoptaron las condiciones paraguayas para cálculo de los costos de operación de convoy: empujadores y barcazas compradas bajo régimen

arancelario paraguayo, costo de mano de obra considerando sueldos y leyes laborales vigentes en Paraguay.

Para el futuro, es posible que los demás países aproximen sus políticas a la de Paraguay, lo que hará que el cálculo de costos bajo condiciones paraguayas siga siendo correcto.

1.3.3.4 Parámetros de Conversión a Precios de Cuenta

a. Transporte Carretero

Se consideró 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.

b. Transporte Ferroviario

El cálculo tanto de los costos económicos como financieros de operación ferroviaria se basó en estudios existentes de la Rede Ferroviaria Federal brasileña, llegando a un diferencial promedio de 15 % entre costos a precios de mercado y a precios de cuenta.

c. 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

2. MODELO DE TRANSPORTE

En esta sección del informe se presenta una descripción del Modelo de Transporte que se desarrolló específicamente para este trabajo. Se describe el modelo en cuanto a su estructura y uso, comenzando con una breve introducción y discusión de los objetivos del modelo.

El modelo fue desarrollado aplicando, en lo que se refiere al transporte hidroviario, los conceptos del modelo "Flotilla" del Cuerpo de Ingenieros de los EE.UU.

El modelo de transporte fue desarrollado a fin de alcanzar ciertos objetivos dentro de la realización de la evaluación económica de los posibles mejoramientos a la navegación de la Hidrovía Paraguay - Paraná. Principalmente, dicho modelo permite:

- a. la simulación de varios escenarios operacionales de navegación, según el enfoque empleado en el modelo "Flotilla", 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 según, principalmente, las tarifas de mercado percibidas por los usuarios, pero también en consideración de otros factores que afectan la elección modal, tales como: los tiempos de viaje, la planificación adelantada necesaria para usar cada modo, los volúmenes de las embarcaciones, el control del usuario sobre el proceso de 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 y, en base a la comparación de las situaciones con y sin proyecto, la determinación del flujo de beneficios para cada alternativa de mejoramientos.

2.1 ESTRUCTURA GENERAL DEL MODELO DE TRANSPORTE

El modelo de transporte consiste en cuatro "módulos", cada uno de los cuales ejecuta una función distinta:

1. Módulo de transporte hidroviario.
2. Módulo de división modal.
3. Módulo de análisis económico.
4. Módulo de análisis financiero.

El flujograma presentado en la Figura 2.1 muestra cómo cada uno de dichos módulos figura en el proceso de calcular los costos de transporte y, finalmente, los ahorros en los mismos que resultan de las mejoras en las condiciones de navegación. El pronóstico de flujos de carga forma la base del cálculo de costos de transporte. Desarrolladas como se expone en el Capítulo 13, las proyecciones comprenden los flujos de carga dentro del área de influencia considerados "relevantes", es decir que existe la posibilidad que bajo escenarios realistas se podrían transportar por la Hidrovía. Dichas proyecciones están discriminadas por tipo de producto y par origen-destino, sin identificar el modo de transporte utilizado.

El módulo de costos de transporte hidroviario se utiliza para calcular el costo de transporte por tonelada de cada producto por el medio de transporte fluvial. Mediante la simulación de viajes entre los varios pares de puertos en el río, se puede calcular los costos bajo diferentes condiciones de navegación producidas por las alternativas de mejoramientos. En el mismo flujograma este módulo está resumido por los tres bloques arriba. En base a una serie de hipótesis sobre los costos de adquisición y operación de los equipos (barcazas y empujadores) y las prácticas y condiciones operativas, se puede calcular un costo por tonelada de cada producto si usa el modo Hidrovía.

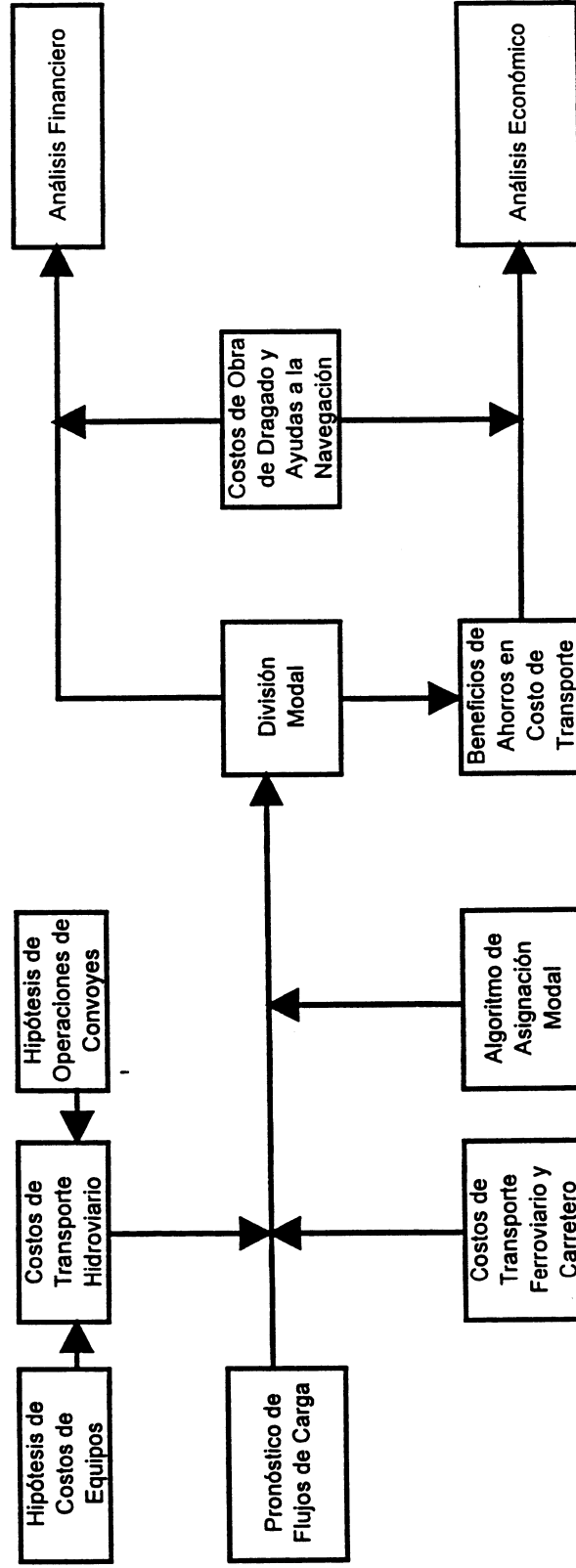
El módulo de división modal está representado por otros tres bloques en el flujograma. Primero, para cada producto y par origen-destino, se calculan los costos de transporte por los modos terrestres: por camión o por ferrocarril. Entonces, para los productos que no son cautivos a la Hidrovía, existen tres posibles medios de transporte que se podrían usar. El segundo bloque de este módulo representa el algoritmo de asignación modal, que distribuye los flujos de carga totales entre cada par origen-destino entre los tres modos, en función del costo relativo de cada uno. Finalmente, junto los costos de los tres modos, los flujos de carga y el algoritmo de asignación modal, se determina la división de los flujos por cada modo.

Los dos últimos módulos presentados son los de análisis económico y financiero, que se encuentran descriptos en la sección 14.2 de este Capítulo. Un instructivo en el uso del modelo de transporte está presentado en el Anexo 14.1.1.

2.1.1 Módulo de Transporte Hidroviario

En el presente análisis es importante contar con un modelo que permita cuantificar los efectos de cambios de las condiciones de navegación a lo largo de la Hidrovía, desde Cáceres hasta su desembocadura en el Río de la Plata, en una distancia de más de 3.000 km. En su estado actual, la Hidrovía se caracteriza por diversas condiciones que dificultan la navegación y aumentan el costo de transporte. Las mejoras a considerar resultan de la posibilidad de aumentar las horas de navegación nocturna, el uso de

Figura 2.1
FLUJO GENERAL DE INFORMACION DEL MODELO DE TRANSPORTE



convoyes de más barcasas y/o con mayor calado y la eliminación de cuellos de botella que requieren el desmembramiento de los convoyes.

Dada la variación de las condiciones físicas en sus distintos segmentos, las condiciones de navegación en la Hidrovía hacen que los costos de transporte dependan en gran parte de factores tales como el par de puertos bajo consideración, la temporada, el nivel de agua para el año, el volumen de demanda y las prácticas operacionales que rigen. Para el mejor aprovechamiento de los mejoramientos propuestos en cada segmento, es necesario considerar la posibilidad de nuevas prácticas operativas para optimizar el uso de equipos, con operaciones "topping off" y/o reconfiguración de convoyes. A estos efectos, para el análisis económico se debe contar con un modelo que permita gran flexibilidad y versatilidad en la modelación de transporte fluvial a lo largo del río.

El ejemplo de un modelo que ha sido utilizado para la determinación de costos de transporte fluvial en base a la optimización de operaciones es el modelo "Flotilla", desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. Flotilla es un modelo de algoritmos de red que determina las configuraciones y velocidades óptimas de convoyes de barcasas dentro de un universo fijo de flujos de cargas entre pares de puertos. Dada esta base de demanda, se utiliza el modelo Flotilla para determinar los equipos de la flota requeridos en cuanto a cantidad, tamaño y tipo de barcasas y remolcadores para alcanzar este estado operacional óptimo.

Típicamente, se aplica el modelo Flotilla a los análisis de operaciones y planificación de inversiones de flotas dentro de un ambiente maduro en el cual los flujos de carga son bien definidos. El modelo supone un sistema operativo "general", lo que implica la existencia de un sistema de cooperación entre los armadores para optimizar la utilización de equipos. Efectivamente, los empujadores son operados independientemente de las barcasas, tal vez por armadores especializados, de tal forma que se reduce al mínimo el tiempo de espera en los puertos mientras se carga y descarga las barcasas. Este difiere del sistema actual "dedicado" utilizado en la Hidrovía, en el cual el empujador está dedicado a un determinado convoy para la totalidad del viaje, incluso los períodos de espera en los puertos. Para poder considerar un rango amplio de escenarios, el modelo de transporte para el estudio fue diseñado para incorporar el enfoque de Flotilla además de otros elementos que permiten el análisis de los factores más importantes que afectan el transporte hidroviario.

El módulo de transporte hidroviario responde a lo discutido arriba. Se calculan los costos de transporte entre cualquier par de puertos en base a los valores elegidos para los siguientes parámetros:

- costos de adquisición y operación de equipos;

- tamaños permisibles de convoyes según la alternativa de mejoras en cada segmento del río;
- sistema operativo de remolcadores y la necesidad de crear áreas de "fleeting", donde las barcazas deben esperar para permitir la reconfiguración de convoyes y/o una práctica de utilización de remolcadores "general";
- tipo de producto y los rindes (capacidades de carga y descarga) portuarios de los puertos correspondientes, incluyendo posibles cambios futuros de los mismos;
- tipo de equipo utilizado, incluyendo si fué adquirido en el mercado local o mundial;
- la parte del costo de la inversión pagada por los usuarios;
- la existencia de prácticas de "topping off" o reconfiguración de convoyes en puntos donde cambian las características físicas del río;
- la tasa de utilización anual de los equipos, como función de la estacionalidad de demanda de cada producto, condiciones climáticas y necesidades de reparaciones/ mantenimiento; y
- velocidades medias y demoras causadas por limitaciones de la navegación nocturna y cuellos de botella en el río.

2.1.1.1 Estructura del Módulo de Transporte Hidroviario

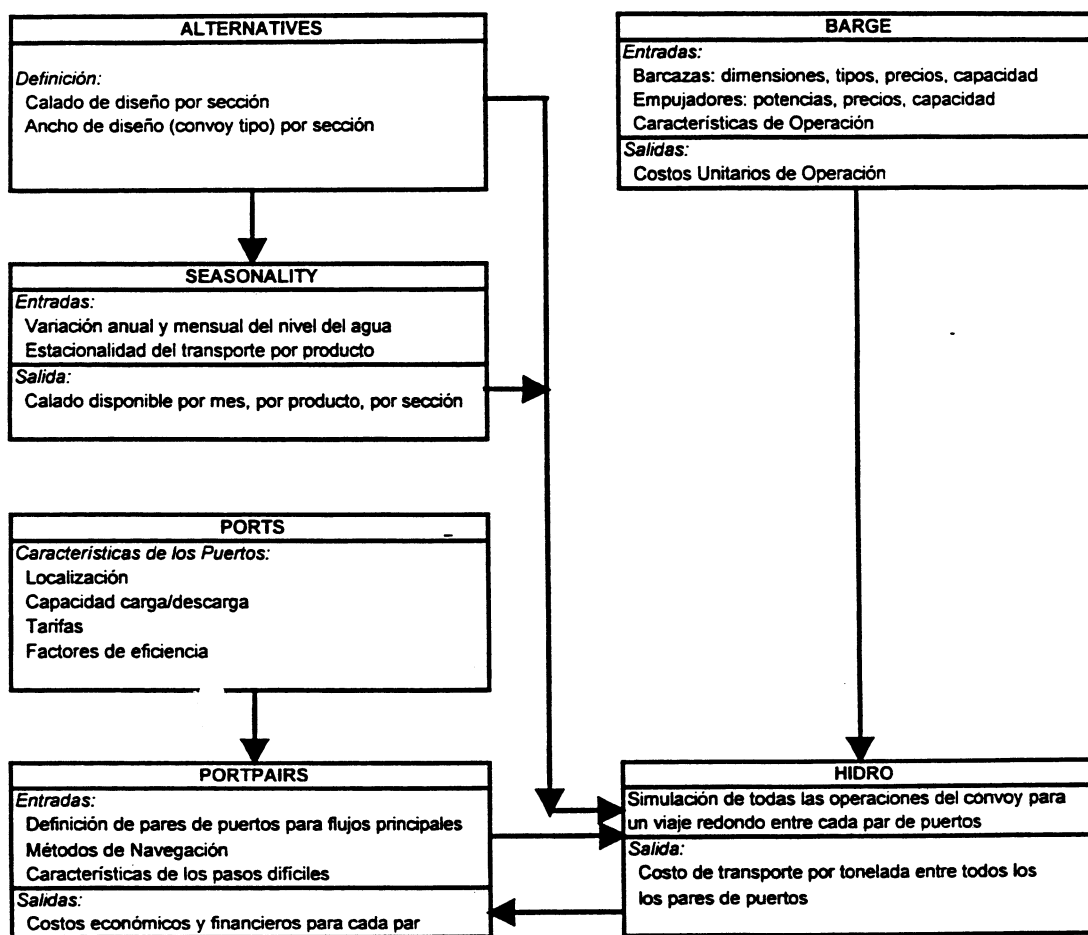
El flujograma de la Figura 2.2 describe el flujo de información en el módulo de transporte hidroviario y los contenidos de cada "hoja" del modelo que forma una parte del mismo módulo. El núcleo del módulo es la hoja Hidro, donde se ejecuta la simulación de un viaje de ida y vuelta entre cada par de puertos importante a fin de calcular el costo de transporte por tonelada para los distintos tipos de carga. Se observa en la Figura 2.2 que la mayoría de las hojas sirven de insumo a ella y los costos de transporte por tonelada simulados salen de la hoja Portpairs.

La hoja Barge maneja la entrada de datos básicos sobre los costos de adquisición y operación de los varios tipos y tamaños de barcazas y empujadores. Los resultados principales de esta hoja son los costos unitarios de operación de los equipos, expresados en términos diarios, que sirven de insumo a la hoja Hidro.

En la hoja Alternatives se definen las características físicas de cada alternativa a ser considerada, las mismas siendo principalmente el calado y ancho de proyecto del canal de navegación de cada tramo del río. Esta sirve de fuente de información para la hoja Hidro en la corrida del algoritmo de

Figura 2.2
MODULO DE TRANSPORTE HIDROVIARIO

HOJAS DE CALCULO



simulación de viajes entre pares de puertos. La definición de las alternativas también alimenta a la hoja Seasonality, en la cual se calcula el calado promedio utilizado por los convoyes. El mismo depende no sólo del calado de proyecto de cada alternativa, sino de las variaciones de largo plazo de los niveles de agua medios diarios mínimos de cada mes y la estacionalidad del transporte de los distintos productos, los cuales son entrados en esta hoja. El resultado de la hoja Seasonality, el calado promedio por producto y tramo del río, se utiliza en el procedimiento de simulación en la hoja Hidro.

En la hoja Ports se ingresan las características de los puertos de la Hidrovía que representan los orígenes y destinos de los viajes simulados por el modelo. Las mismas comprenden la ubicación de cada puerto, la capacidad de carga/descarga horaria, y factores de eficiencia en la utilización de capacidad por tipo de producto. Esta información alimenta a la hoja Portpairs donde se resumen las características y los costos de transporte entre los pares de puertos principales. Además de depender de los datos descriptivos de los puertos, la hoja Portpairs contiene para cada par de puertos las características del viaje típico entre ellos, tales como las características y criterios de los pasos difíciles que requieren fraccionamiento de convoyes y el método de operación de remolcadores utilizado. Finalmente, la hoja recibe la salida de cada corrida de simulación de la hoja Hidro en la forma del costo de transporte por tonelada de cada par de puertos expresado en precios de mercado y en precios de cuenta. Los mismos son el último resultado del módulo de transporte hidroviario y sirven de insumo al módulo de división modal.

Los detalles de cada hoja del módulo están tratados en el punto 3 dentro del contexto de la discusión de los costos de transporte hidroviario.

2.1.2 Módulo de División Modal

Una vez calculados los costos de transporte hidroviario para cada par de puertos, los mismos se comparan con los costos de los modos alternativos (ferrocarril y carretero) para determinar la división modal del flujo global de transporte. Se calcula la misma para cada producto relevante para cada año de proyección en base a las siguientes consideraciones:

- los costos de transporte pagados por los usuarios de cada modo para cada par origen-destino;
- la matriz origen-destino para cada producto;
- la elección de una metodología de asignación, o "todo-o-nada" basada exclusivamente en costo, o probabilística basada en la combinación de diferencias de costo y otros factores intangibles que afectan decisiones de elección modal;

- la determinación de la ruta más corta de la red de transporte para cada modo y par origen-destino;
- escenarios alternativos de cambios futuros en los costos y servicios de los modos ferroviario y carretero; y
- la diferencia en el costo de transporte entre las cargas exportadas de los puertos de la desembocadura de la Hidrovía y las del sur de Brasil, debido a las distancias recorridas durante el viaje en ultramar y los diferentes tamaños de buques.

2.1.2.1 Estructura del Módulo de División Modal

El flujograma en la Figura 2.3 resume la estructura del módulo de división modal y el flujo de información en el mismo. Esencialmente, el proceso de cálculo de la división modal consiste en juntar los flujos de carga por origen-destino con los costos de los modos de transporte alternativos para determinar el volumen asignado a cada uno de los tres: hidroviario, carretero (camión) y ferroviario.

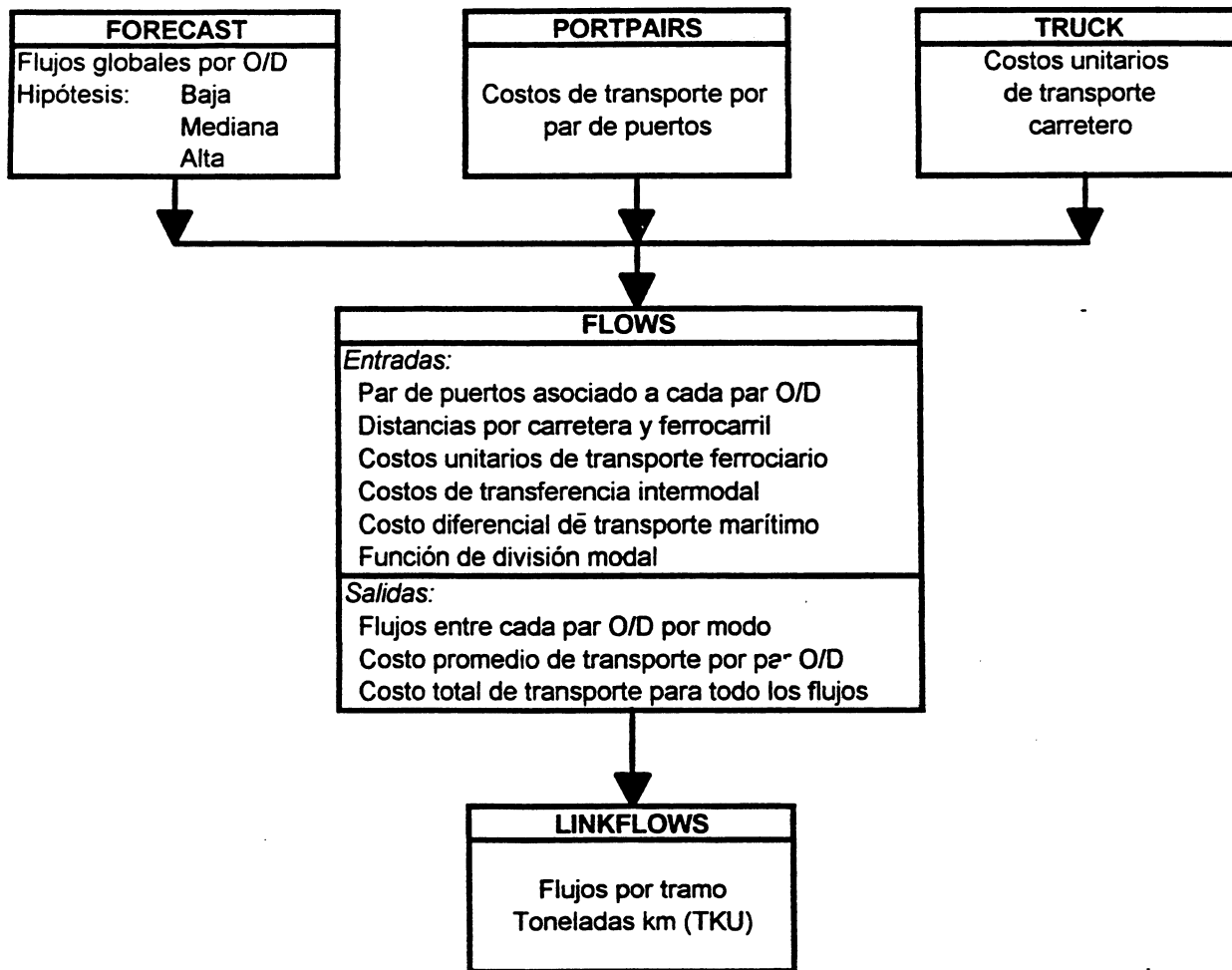
Flows es el núcleo del módulo de división modal. En base a insumos de los flujos de carga entre pares origen/destino, los costos unitarios de transporte de cada modo y el algoritmo de asignación, se calculan los flujos de cada producto por modo y los correspondientes costos de transporte. Esta hoja recibe información procesada en otras hojas del mismo módulo: Forecast, Portpairs y Truck.

La matriz O/D de flujos de carga está almacenada en la hoja Forecast. En la misma se resumen las proyecciones de flujos desarrolladas como se indica en el Capítulo 13 y consideradas relevantes al análisis del presente estudio. La hoja contiene las proyecciones bajo las hipótesis baja, media y alta, de las cuales la elegida sirve de insumo a la hoja Flows.

Los costos de transporte fluvial por tonelada calculados en el módulo de transporte hidroviario y resumidos en la hoja Portpairs alimentan a Flows. En la hoja Truck, se establecen los criterios de estimar el costo de transporte carretero en función a la distancia del recorrido y el porcentaje de los viajes en los cuales los camiones circulan sin carga. Además de los insumos de las dos hojas mencionadas, Flows también cuenta con la entrada directa de los costos unitarios de transporte ferroviario, las distancias recorridas por tramos viales y ferroviarios para cada alternativa modal, los costos unitarios de transferencia entre dos modos (por ejemplo, de camión a barcaza) y los costos unitarios del tramo marítimo del viaje en caso de haber una diferencia significativo entre las tarifas marítimas entre los viajes desde la desembocadura de la Hidrovía y los puertos de Brasil. Todo esto permite el cálculo de los costos unitarios comparables de transporte de los tres modos.

Figura 2.3
MODULO DE DIVISION MODAL

HOJAS DE CALCULO



Flows también contiene las especificaciones de dos métodos alternativos de asignación modal. Con una asignación "todo o nada" se asigna el tráfico en la matriz O/D cien por ciento al modo de menor costo. El otro método es una asignación probabilística basada en una función tipo logit, cuyos parámetros están establecidos directamente en la misma hoja. Este método se basa también en los costos de las distintas alternativas, pero además considera otros factores que hacen que los usuarios no tomen sus decisiones basadas exclusivamente en costo. Combinando los costos de transporte calculados previamente y los flujos de la matriz O/D se produce un pronóstico de los flujos a lo largo de la Hidrovía. Multiplicando los mismos por el costo unitario, o en términos financieros (de mercado) o económicos (precios de cuenta), se pueden calcular los costos totales de transporte para cualquier alternativa de mejoramientos de la Hidrovía en cualquier año.

2.1.3 Módulos de Análisis Económico y Financiero

La descripción de este módulo se presenta en los puntos 4.1 y 4.2 de la sección 14.2 de este capítulo.

3. COSTOS DE TRANSPORTE HIDROVIARIO

3.1 ADQUISICIÓN DE EQUIPOS

3.1.1 Barcazas

La barcaza modelo definida para el presente estudio es la "Jumbo", establecida en base al análisis de la flota de la Hidrovía (ver Capítulo 8). Aunque la flota existente, y probablemente la futura, esté caracterizada por una distribución que cubre un rango de tamaños, es importante para fines de análisis establecer una barcaza representativa de la flota.

Los flujos de carga considerados en el presente estudio implican la utilización de tres variantes de la barcaza de proyecto para poder transportar los diversos tipos de carga. Los productos de grano, como la soja y el trigo, se transportan en barcazas cubiertas, tipo "Hatch", mientras las cargas a granel seco más pesados, como el mineral de hierro y el clínquer, utilizan barcazas abiertas, tipo "Hopper". Estos dos tipos de barcaza son bastante similares, la diferencia principal siendo la cubierta, la cual se puede agregar a una barcaza Hopper en caso de transportar granos. El tercer tipo de barcaza modelo considerada en el estudio es el tanquero, el cual se utiliza para el transporte de cargas a granel líquido, como el petróleo.

En los últimos años la flota de barcazas ha experimentado un cambio agudo en su composición y operaciones. Las empresas exportadoras de minerales de hierro y manganeso han invertido recientemente en su propia flota para eliminar su dependencia en terceros que durante períodos de alta demanda del transporte de otros productos, principalmente la soja, ha producido restricciones en su capacidad de transporte. Esta nueva flota comprende barcazas más grandes denominadas "Super Jumbo", con un calado máximo más profundo de 3.7 m, y los empujadores de la potencia necesaria para manejar convoyes más pesados. Por tal motivo, la barcaza de proyecto fue modificada en el caso de las barcazas Hopper. En resumen las dimensiones de las barcazas de proyecto para el presente estudio son:

Tabla 3.1

Dimensión	Tipo de Barcaza		
	Hopper (Granel Seco Abierta)	Hatch (Granel Seco Cubierta)	Tanquero (Granel Líquido)
Eslora (m.)	60	60	60
Manga (m.)	12	12	12
Calado (m.)	3,7	3,4	3,4
Puntal (m.)	4,0	3,7	3,7

A fin de estimar los costos de adquisición de barcasas para manejar los flujos futuros de carga es necesario primero establecer una hipótesis razonable sobre sus orígenes más probables. Existen dos posibles escenarios sobre cómo las necesidades de expansión de la flota serán satisfechas: (1) por la industria de construcción naval existente en la región, y (2) por el mercado internacional.

Información sobre la industria de construcción naval en Brasil desarrollada por investigaciones por el IPT sirvió de base en la estimación del costo de adquisición. Basado principalmente en las consideraciones de la arquitectura naval y los costos de los materiales y mano de obra necesarios, este análisis produjo costos estimados para cada barcaza tipo identificado. La industria brasileña tiene poca experiencia en la construcción de barcasas en años recientes comparada con otras partes del mundo; en Argentina y Paraguay, sin embargo, se han desarrollado industrias navales competitivas, registrándose, inclusive, exportaciones de barcasas a los Estados Unidos. Los costos estimados de adquisición de barcasas deberán, con el tiempo, equilibrarse a nivel mundial.

Con un análisis de planificación de largo plazo es importante reconocer la realidad de las prácticas históricas y existentes, pero también es importante considerar que las fuerzas de competencia y liberalización económica tenderán a producir cambios. En el caso de la adquisición de barcasas en la zona de la Hidrovía, es lógico suponer que los costos serían los del mercado internacional en el largo plazo. Esto no significa necesariamente que toda la producción será realizada afuera de la zona, sino que la competencia con el mercado internacional producirá cambios en la industria local que causan una convergencia de los costos locales e internacionales. Entrevistas con varios armadores soportan la hipótesis de internacionalización de la adquisición de la flota regional.

El módulo de transporte hidroviario incluye la posibilidad de analizar ambos escenarios de adquisición de equipos. En la siguiente tabla se resumen los costos de adquisición de cada tipo de barcaza en precios locales e internacionales. Siguiendo el argumento del probable internacionalización de la industria local de construcción naval, los precios internacionales fueron adoptados en la calibración del modelo.

Tabla 3.2

Tipo Barcaza	Costo de Adquisición de Barcasas (u\$s)	
	Precios Locales	Precios Internacionales
Hopper Abierto	800,000	260,000
Hopper Cubierto	900,000	290,000
Tanquero	700,000	500,000

Los costos internacionales fueron basados en información relevada del Mississippi River en los EE.UU. para el año 1990, ajustados para reflejar los precios correspondientes al año 1995.

3.1.2 Empujadores

El diseño y potencia del empujador utilizado por el convoy depende de la capacidad de carga del convoy de proyecto. De la gran cantidad de configuraciones alternativas de convoyes a ser consideradas surgió la necesidad de estimar los costos de adquisición de empujadores cubriendo un rango amplio de potencias, de 200 HP a 8,000 HP. Siguiendo los mismos criterios expuestos en la sección 3.1.1, se consideraron los dos escenarios de adquisición: en las condiciones del mercado local actual y en el internacional.

Una relación simplificada fue desarrollado para calcular los costos como función de potencia, también basada en investigaciones realizadas por el IPT.

$$CA = CF + HP \cdot CV$$

donde:

CA= Costo de Adquisición de Empujador (u\$s)

CF = Costo Fijo = 400,000 (U\$S)

HP = Potencia instalada requerida del empujador (HP)

CV = Costo Variable = 980 (U\$S/HP)

Los costos de adquisición de empujadores en el mercado internacional fueron basados en la misma fuente que la de barcazas, un análisis de los precios de mercado en el Mississippi en 1990 actualizado al 1995. Los costos en ambos casos están presentados en la tabla 3.3.

3.2 **OPERACION DE CONVOYES DE BARCAZAS**

3.2.1 Parámetros Técnicos

Los parámetros técnicos utilizados en el modelo de transporte para simular el transporte hidroviario y calcular los costos del mismo fueron basados en una combinación de consideraciones de las prácticas actuales en la Hidrovía y posibles cambios en el futuro. Los cambios pueden ser motivados por los mejoramientos propuestos o tendencias mundiales en el transporte fluvial de avances tecnológicos, entre otros. En el caso de considerar las prácticas actuales en los Ríos Paraná y Paraguay, se realizaron una serie de entrevistas con armadores para obtener una síntesis de las mismas, tanto cuantitativa como cualitativamente. Después, los parámetros típicos de la Hidrovía fueron comparados con los de otros ríos del mundo para

Tabla 3.3
Resumen de Costos de Adquisición de Empujadores

Potencia Calculada (HP) dentro del rango		Potencia Instalada (HP)	Cantidad Tripulantes	Costo de Adquisición de Empujadores (u\$s mil)		
Mayor que	Menor que			Precios EEUU FOB EEUU	Precios EEUU FOB Hidrovía	Precios Brasileños
0	300	200	4	350	420	596
300	500	400	5	480	576	792
500	700	600	7	600	720	988
700	900	800	8	775	930	1184
900	1200	1000	9	900	1080	1380
1200	1700	1500	10	1350	1620	1870
1700	2200	2000	11	1900	2280	2360
2200	2700	2500	11	2400	2880	2850
2700	3200	3000	12	2900	3480	3340
3200	3700	3500	12	3100	3720	3830
3700	4200	4000	12	3350	4020	4320
4200	4700	4500	13	3700	4440	4810
4700	5200	5000	13	4200	5040	5300
5200	5700	5500	13	4600	5520	5790
5700	6200	6000	13	5000	6000	6280
6200	6700	6500	13	5300	6360	6770
6700	7200	7000	13	5600	6720	7260
7200	7700	7500	13	5900	7080	7750
7700		8000	13	6200	7440	8240

Las mismas representan las velocidades efectivas de los convoyes, ya considerado el efecto de la velocidad del corriente y son consistentes con información recibida de los armadores y los resultados de corridas del modelo de simulación en cuanto al tiempo total de los viajes (ver la sección 3.4 sobre la calibración del modelo de simulación).

c. Consumo de Combustible

Para un empujador dado, el consumo de combustible varía en función de la carga que empuja y la velocidad con que transita. Normalmente en análisis de planificación de transporte fluvial se considera una relación fija entre la potencia del empujador y el consumo de combustible, suponiendo que el convoy está siempre cargado al máximo. Como fue discutido previamente, el empujador está elegido en base a condiciones máximas de carga, así que si en un viaje dado no se aprovecha del calado máximo permisible por las barcasas, se navegará con un empujador sobredimensionado. Al contrario, el consumo de combustible depende de las condiciones reales de carga, es decir, se consume el consumible necesario durante cualquier viaje en función de la carga que realmente se transporte.

Otro factor que se tiene que considerar es que el consumo de combustible depende de la velocidad del convoy. Si baja la velocidad, así también baja el consumo de combustible, cambiando la relación consumo-carga. En el modelo de transporte se asume que los convoyes siempre navegan a la velocidad máxima y que la relación directa entre consumo y carga es válida. Se realiza el cálculo del consumo de combustible en dos pasos. Primero, se establece un parámetro fijo relacionando consumo y la potencia de un empujador. La razón es que en la industria se mide el consumo en estos términos facilitando la justificación de los parámetros usados en comparación con experiencia conocida. Segundo, el modelo de transporte calcula para cada viaje simulado no sólo un empujador de diseño basado en criterios de carga máxima, sino también un empujador hipotético si fuera utilizado el empujador mínimo necesario de cada viaje. Obviamente, la necesidad de mantener una flota única imposibilita este tipo de optimización del tamaño del empujador para cada viaje. Por ello, el empujador hipotético se utiliza solamente para el cálculo del consumo de combustible en función del volumen de carga.

El parámetro de consumo de consumible adoptado en el modelo es:

$$0,13 \text{ l/IHP} \cdot h$$

donde:

l	= litros
IHP	= Potencia Instalada
h	= horas de navegación

d. Horas de Navegación Diaria

Uno de los mejoramientos analizados es el de balizamiento de la vía de navegación que deberá mejorar la seguridad y bajar los costos de transporte debido a la posibilidad de la navegación nocturna. Las entrevistas con armadores y análisis de los registros de viajes existentes indican que la necesidad de amarrar durante condiciones de oscuridad aumenta de forma significativa el tiempo total del viaje. El análisis de los registros de la distribución de los tiempos de los viaje entre percurso, espera, carga y descarga en los puertos y amarre debido a la oscuridad y condiciones climáticas permitió la estimación del efecto de la oscuridad en las horas de navegación. Se calcula que actualmente, sin las obras de balizamiento y sistemas complementarios de comunicación y normas de navegación, se navega un total de 18 horas por día.

En teoría los mejoramientos de balizamiento permitirán la navegación continua, o sea 24 horas por día. Sin embargo, se reconoce que existen impedimentos climáticos a la navegación adicionales a la oscuridad, los cuales el balizamiento no puede eliminar. Por tal razón, el modelo de simulación supone en tiempo de navegación diaria media de 22 horas, tendiendo al lado conservador.

Cabe enfatizar que es imposible calcular con alta precisión el efecto de la oscuridad sobre la navegación en general y menos por cada tramo del río. Los diversos factores que afectan el tiempo de viaje y el hecho de que los armadores no llevan estadísticas de esta naturaleza por tramo, complican el análisis de los efectos en los distintos sectores del río y ponen en duda la validez estadística de las predicciones correspondientes. Sin embargo, se considera apropiado el grado de precisión para propósitos de la evaluación de las condiciones y costos del transporte hidroviario con mejoramientos.

3.2.2 Gastos de Operación de Convoyes de Barcazas

El cálculo de los costos de transporte simulados en el módulo de transporte hidroviario utiliza como unidad de análisis el costo diario de operación de cualquier convoy de barcazas. Como fue presentado brevemente en la sección 2.2, la hoja Barge del modelo de transporte comprende todos los elementos de los costos unitarios de la operación de convoyes. Similar al caso de la definición de los parámetros técnicos que rigen la navegación, los valores de las variables que componen los costos de operación fueron desarrollados en base a una combinación de la consideración de los costos y condiciones actuales de operación obtenidos mediante entrevistas con los armadores y evaluación de las prácticas y estructuras de costos de operación de otras partes del mundo, particularmente el Río Mississippi. A continuación se presentan las suposiciones adoptadas para algunas de ellas.

a. Amortización del Costo de Equipos

El costo anual de capital de los equipos adquiridos que componen los convoyes, las barcazas y los empujadores, fue calculado en base a los siguientes parámetros:

Tabla 3.4

Parámetros de Amortización de Equipos

	Barcazas	Empujadores
Vida Util (años)	30	25
Valor Residual	15 %	10 %
Tasa de Interés	12 %	12 %

b. Reparaciones, Mantenimiento y Seguros

Los costos anuales de reparaciones y mantenimiento de los equipos y de seguros fueron estimados en función del costo de adquisición según las tasas indicadas en la Tabla 3.5:

Tabla 3.5

Costos anuales de Reparaciones, Mantenimiento y Seguros

	Barcazas	Empujadores
Reparaciones y Mantenimiento (% de Costo de Adquisición)	1,5 %	6,0 %
Seguros (% del Costo de Adquisición)	1,0 %	3,0 %

c. Tripulación

Un análisis de la experiencia del Río Mississippi y de la Hidrovía indica que el tamaño de la tripulación de las barcazas varía en función de la potencia del empujador, o sea el tamaño del convoy. Sin embargo, después de un cierto punto la cantidad de tripulantes se mantiene fija. La tabla 3.3 presentada anteriormente indica el número de tripulantes por empujador, variando desde 4 para un convoy con empujador de 200 HP hasta un máximo de 13 para los de 4,500 HP hasta 8,000 HP.

Para estimar el costo de mano de obra que entra en el costo de transporte es necesario determinar el costo de la fuerza laboral total de una empresa de transporte fluvial típica en relación al tamaño de la tripulación. Según armadores en la Hidrovía, se requiere aproximadamente un 35% de personal

adicional a la tripulación de cada convoy para operarlo, por motivo de descanso y vacaciones.

El salario medio fue también establecido en base a información obtenida de los armadores. Considerando la variación en remuneración de la tripulación en función de nivel de responsabilidad, se estimó un valor de U\$S 1,800 por mes, incluyendo cargas sociales.

d. Alojamiento y Viáticos

Se supuso una relación directa entre los salarios de la tripulación y los gastos de alojamiento y viáticos, la cual fue validada por las entrevistas con los armadores. El modelo de transporte incluye un factor del 10 % del costo de salarios.

e. Administración

Se estableció una relación entre los gastos de administración y los gastos de tripulación y alojamiento/viáticos del 20 %.

f. Combustible

La práctica típica para la compra de combustible es que los operadores de convoyes lo compran en los puertos de carga y descarga. Dado que la Hidrovía tiene una distancia de más de 3,000 km y permite el transporte de cargas de diversos pares de origen y destino, es difícil establecer un criterio único para estimar el precio de combustible. El precio de mercado en el área de la desembocadura de la Hidrovía cerca de Buenos Aires es diferente del de los Puertos del Río Paraguay en Paraguay y Brasil. Investigaciones de los precios indicaron que los precios de combustible cerca de Buenos Aires son substancialmente menores que los de aguas arriba. Sin embargo, el proceso de modelación del sistema de transporte requiere de la definición de parámetros y condiciones medios. El precio medio de combustible adoptado para el presente análisis es de 0,22 u\$s/l.

g. Utilidad

El margen de utilidad de los armadores es quizás el elemento de costo más difícil de calcular, dado que depende de factores de mercado y competitivos y no de criterios técnicos. De todos modos, el beneficio del operador es un componente real y tangible de la tarifa de transporte cobrada a los usuarios. Se adoptó para el presente estudio una estimación de la utilidad del operador de barcasas del 20% de los otros costos (costos diarios fijos).

3.3 SIMULACIÓN DE VIAJES

Para propósitos de análisis, se ha dividido la Hidrovía en cuatro segmentos, de los cuales se supone que cada uno tenga condiciones uniformes de navegación durante el período de análisis. Los mismos son:

- segmento 1 Nueva Palmira a Santa Fé
- segmento 2 Santa Fé a Asunción
- segmento 3 Asunción a Corumbá
- segmento 4 Corumbá a Cáceres

Para la simulación de la operación de un convoy en un viaje real, se ha dividido el viaje en "operaciones elementares". Naturalmente un viaje siempre involucra la navegación pura y simple a lo largo de un tramo (linehaul) sin parar. Sin embargo, un viaje abarca una o más de otras operaciones tales como:

- carga/descarga en los puertos de origen/destino
- fraccionamiento para transponer pasos críticos;
- "topping off" (operación de completar carga de una barcaza antes parcialmente cargada por insuficiencia de profundidad);
- reconfiguración del convoy en el puerto de inicio del segmento para aprovechar de condiciones más amplias;
- un proceso de dejar barcasas en áreas de espera (fleeting) para posibilitar las dos operaciones previas;
- movimientos de barcasas entre las áreas de espera y los puertos; y
- composición y descomposición del convoy en entradas y salidas de los puertos.

El viaje que sirve de base del cálculo del tiempo y costo de transporte de un volumen determinado de carga es el que comienza en el puerto de origen en aguas arriba, descarga en el puerto de destino de aguas abajo y después vuelve con las barcasas vacías al puerto de origen. En base a las selecciones del usuario del modelo, la combinación de operaciones durante el proceso de navegación es establecida y los correspondientes tiempos viaje calculados. Multiplicando el tiempo de cada "operación elemental" del viaje por un precio diario que depende del equipo utilizado, se puede calcular su costo.

3.3.1 Operación de Convoyes

a. Método de Utilización de Empujadores

Para las varias operaciones consideradas, los costos unitarios dependen del método de utilización de remolcadores elegido. Con un sistema "dedicado", el costo diario durante el tiempo en puerto incluye el del empujador, dado que tiene que quedarse siempre con sus barcazas. Con un sistema "general", se puede eliminar esta parte del costo diario en puerto, pero en consecuencia se tiene que asumir un costo adicional de "fleeting" que representa las barcazas adicionales esperando el próximo empujador o una operación de topping off/reconfiguración.

La práctica actual en la Hidrovía es la del sistema dedicado. Antes de llegar a la conclusión de que las operaciones en la Hidrovía continuarán siguiendo las prácticas actuales, es aconsejable considerar la posibilidad de que razones económicas y institucionales pueden motivar un cambio. Un método general tiene varios impedimentos institucionales que pueden significar que las oportunidades económicas no se concreten. El mismo requiere un alto grado de coordinación y cooperación de parte de los armadores y productores, dado que los empujadores serían "compartidos" entre las barcazas de distintos armadores. En el Río Mississippi, donde se usa esta práctica en ciertos sectores, algunos remolcadores son operados por empresas independientes que ofrecen sus servicios a los armadores que manejan las barcazas. De cualquier manera, los impedimentos institucionales al cambio en la práctica operativa solamente tienen la oportunidad de figurar en el caso de contar con ahorros económicos reales.

Aunque el modelo permite la consideración de las varias opciones operativas de los convoyes, el análisis requiere la adopción de una de ellas. Se ejecutó una serie de corridas del modelo para determinar el método operativo óptimo. Resulta que para la mayoría de los viajes típicos entre pares de puertos el ahorro en el costo de utilización de remolcadores no justifica el costo adicional de mantener una flota de barcazas más grande. Se supuso que el tiempo de espera de las barcazas en el área de fleeting es aproximadamente el 20% del tiempo total del viaje. El ahorro en la utilización del remolcador viene de la disminución del tiempo de espera mientras el convoy se está cargando y descargando en los puertos, el cual depende del volumen de carga y la capacidad portuaria, pero no directamente de la distancia entre puertos de origen y destino. Con estas relaciones, recorridos relativamente cortos tienden a favorecer sistemas generales mientras los largos favorecen el sistema dedicado.

En la Hidrovía el promedio de los viajes es de aproximadamente 1,500 km. Se calcula que para la mayoría de las cargas, especialmente las que usan el Río Paraguay, el sistema actual dedicado es económicamente más favorable. Algunas de las cargas que navegan exclusivamente en el Río Paraná con

recorridos más cortos producen costos de transporte levemente menores con el sistema general. Para el presente estudio, en el cual se consideran los mejoramientos para satisfacer las necesidades inmediatas de la navegación, y teniendo en cuenta los impedimentos institucionales a la realización de una nueva práctica, se asume la aplicación del sistema dedicado de la utilización de empujadores.

Existen obviamente casos en que convoyes cerealeros son utilizados río abajo para transporte de soja, siendo cargados en el mismo puerto de destino con trigo para el transporte río arriba, o bien, otros tipos de aprovechamiento de oportunidades de carga. La no consideración de las mismas en el análisis representa una posición conservadora.

b. "Topping Off" y Reconfiguración de Convoyes

En sistemas de navegación que consisten de varios elementos homogéneos con características distintas, es posible que una operación de "topping off" o reconfiguración de los convoyes produzca costos de transporte menores que los de mantener una configuración de convoy fija en todos los segmentos del sistema. En el caso particular de la Hidrovía, por ejemplo, es lógico asumir que entre el tramo 4 (Cáceres-Corumbá) y tramo 3 (Corumbá-Asunción) donde el calado y el ancho del canal cambian drásticamente, que una operación de transformación de convoyes a otros de mayor calado y más barcazas sería factible. Entre los tramos 3 y 2 (Asunción-Santa Fe), es probable que no se pueda justificar tal operación.

Dado que el análisis de la sección 14.2 no considera mejoramientos al tramo 4 de la Hidrovía, no se consideraron "topping off" y reconfiguración de convoyes que vienen de aguas arriba de Corumbá, que son tratados en la Sección 14.3. Se desprende de corridas del modelo que tales prácticas producirían ahorros significativos en los costos de transporte en caso de implementarse, lo que efectivamente fué verificado, como descripto en la Sección 14.3. El modelo también confirmó que no se puede justificar estas operaciones entre los tramos 2 y 3 cerca de Asunción.

Sin embargo, el modelo de transporte prevé la consideración de estas operaciones y establece los parámetros necesarios para simularlas.

3.3.2 Puertos

Como fue mencionado anteriormente, el modelo de simulación analiza viajes fluviales entre una cantidad fija de pares de puertos. Aparte de la ubicación de los puertos que definen cualquier viaje típico, el parámetro más importante a considerar es la capacidad de carga y descarga que afecta directamente al tiempo en puerto y, como consecuencia, el tiempo total y costo del viaje. La capacidad varía por puerto, tipo de carga manejada, eficiencia operativa, horas de operación del puerto, y otros factores. Además, por el hecho de que se analizan flujos de carga hasta el año 2020,

es importante considerar qué crecimiento de tráfico podría crear la necesidad de aumentar la capacidad portuaria.

En la modelación del transporte hidroviario se ha asumido que las inversiones necesarias en los puertos se realizarán a la medida que los niveles de tráfico las requieran. Los costos de inversión en capacidad adicional no están incluidos en el análisis basado en la suposición de que son inversiones independientes cuyos costos serían cubiertos por las tarifas portuarias que sí están consideradas en el modelo de transporte.

Para propósitos de planificación de transporte a largo plazo, se ha tratado de estimar capacidades horarias portuarias uniformes que representen condiciones probables operativas del largo plazo y no basarlos exclusivamente en información anecdotal y particular de las operaciones actuales. Este enfoque es importante en cualquier análisis de planificación de transporte, pero especialmente frente a la situación de transformación en el sector portuario de la región. En el modelo de transporte se han estimado capacidades actuales de cada puerto, factores de crecimiento de las mismas por tipo de producto para años futuros, y un factor de eficiencia portuaria que afecta la capacidad (tomado como 0.85). En las Tablas 3.6 y 3.7 se presentan los valores utilizados en el modelo de transporte.

3.3.3 Pasos Críticos

El modelo de simulación también considera el efecto de las curvas cerradas y otros lugares críticos donde convoyes se tienen que fraccionar para transitar. El modelo calcula el tiempo de desarmado/armado del convoy y de los varios viajes ida y vuelta necesarios para pasar. En el Capítulo 16 se indican los lugares críticos en los cuales continuarán a ser necesarios desmembramientos de convoyes, aún después de la realización de los proyectos que procuran eliminarlos en la mayor medida posible.

3.4 CALIBRACION DEL MODULO DE TRANSPORTE HIDROVIARIO

En el Anexo 14.1.2 se presenta una impresión completa de la corrida de calibración del modelo de transporte. La calibración fue realizada al correr el modelo de simulación de viajes en base a los parámetros de costos de operación de convoyes establecidos, y luego comparar los resultados con las tarifas y duraciones de viajes actuales. Se reconocen las dificultades en tratar de reproducir las tarifas de mercado de costos de transporte en base a parámetros y criterios netamente técnicos. Sin embargo, es importante por lo menos explicar los costos simulados en términos de las tarifas.

En la tabla 3.8 se resumen los costos calibrados de transporte hidroviario entre los 20 pares de puertos considerados. La tabla identifica cada par de puertos, o viaje simulado, por los códigos de identificación de cada par de puertos y puerto individual, los nombres de los dos puertos y su ubicación a

Tabla 3.6
Resumen de Puertos en la Hidrovía Analizados

Código Puerto	Nombre Puerto	Ubicación (km.)	Tipo de Carga	Horas Diarias Operación	Rendimiento (ton/hora)	
					Actual	Proyectado
1	N. Palmira	139	Granos	16	300	459
2	N. Palmira	139	Minerales	16	600	918
3	Corumbá	2762	Granos	16	300	459
4	Corumbá	2762	Minerales	16	600	918
5	P. Quijarro	2762	Granos	16	300	459
6	Greg. Curvo	2625	Minerales	16	600	918
7	Rosario	420	Granos	16	300	459
8	San Nicolas	352	Minerales	16	600	918
9	Villa Hayes	1656	Minerales	16	600	918
10	Concepción	1940	Granos	16	300	459
11	Zarate	107	Petroleos	16	1000	850
12	Formosa	1488	Petroleos	16	1000	850
13	Asunción	1630	Petroleos	16	1000	850
14	Asunción	1630	Granos	16	300	459
15	Vallemi	2162	Clinker	16	500	637.5
16	Villeta	1590	Clinker	16	500	637.5
17	Cáceres	3442	Granos	16	200	306
18	P. Murtinho	2232	Granos	16	200	306
19	V. Constitución	367	Minerales	16	600	918
20	Barranqueras	1198	Minerales	16	600	918
21	Barranqueras	1198	Granos	16	300	459
22	Reconquista	948	Granos	16	300	459
23	San Lorenzo	447	Granos	16	400	612
24	Buenos Aires	0	Granos	16	300	459
25						
26						

Tabla 3.7
Resumen de Factores de Aumento en Capacidad Portuaria

Tipo Producto	Factor Aumento
Granos	1.8
Minerales	1.8
Petroleos	1
Clinker	1.5

Tabla 3.8

Calibración del Módulo de Costos Hidroviarios

ID	ID Puerto		Puerto de Origen	Puerto de Destino	Ubicación Puerto (km)			Tipo de Carga	Tow Method	Tipo de Barcaza	ID Prod	Tipo Producto	Capacidad Portuaria (ton/h)		Costo de transporte entre Puertos (u\$s/t)	
	Origen	Dest.			Origen	Dest.	Dist.						Origen	Dest	Mercado	Económico
1	3	1	Corumbá	N. Palmira	2762	139	2623	Granos	D	Hatch	3	Soja	255	255	21.76	19.09
2	5	1	P. Quijarro	N. Palmira	2762	139	2623	Granos	D	Hatch	3	Soja	255	255	21.83	19.15
3	6	20	Greg. Curvo	Barranqueras	2625	1198	1427	Minerales	D	Hopper	5	Minerales	510	510	9.98	8.78
4	6	8	Greg. Curvo	San Nicolas	2625	352	2273	Minerales	D	Hopper	5	Minerales	510	510	14.11	12.41
5	10	1	Concepción	N. Palmira	1940	139	1801	Granos	D	Hatch	3	Soja	255	255	15.82	13.87
6	6	9	Greg. Curvo	Villa Hayes	2625	1656	969	Minerales	D	Hopper	5	Minerales	510	510	6.05	5.32
7	10	7	Concepción	Rosario	1940	420	1520	Granos	D	Hatch	4	Otros	255	255	14.54	12.74
8	11	13	Zarate	Asunción	107	1630	1523	Petroleos	D	Tanker	4	Otros	850	850	7.52	6.73
9	7	14	Rosario	Asunción	420	1630	1210	Granos	D	Hatch	4	Otros	255	255	10.25	9.05
10	15	16	Vallemi	Villeta	2162	1590	572	Clinker	D	Hopper	4	Otros	425	425	4.84	4.25
11	17	1	Cáceres	N. Palmira	3442	139	3303	Granos	D	Hatch	3	Soja	170	255	48.18	39.41
12	20	24	Barranqueras	Buenos Aires	1198	0	1198	Minerales	D	Hatch	3	Soja	510	255	8.88	7.85
13	17	3	Cáceres	Corumbá	3442	2762	680	Granos	D	Hatch	3	Soja	170	255	22.06	17.99
14	12	13	Formosa	Asunción	1488	1630	142	Petroleos	D	Tanker	4	Otros	850	850	1.58	1.41
15	18	1	P. Murtinho	N. Palmira	2332	139	2093	Granos	D	Hatch	3	Soja	170	255	18.91	16.58
16	14	1	Asunción	N. Palmira	1630	139	1491	Granos	D	Hatch	3	Soja	255	255	11.32	10.00
17	6	2	Greg. Curvo	N. Palmira	2625	139	2486	Minerales	D	Hopper	5	Minerales	510	510	15.15	13.33
18	6	19	Greg. Curvo	V. Constitución	2625	367	2258	Minerales	D	Hopper	5	Minerales	510	510	14.03	12.35
19	21	7	Barranqueras	Rosario	1198	420	778	Granos	D	Hatch	3	Soja	255	255	7.83	6.90
20	22	23	Reconquista	San Lorenzo	948	447	501	Granos	D	Hatch	2	Torta de Soja	255	340	6.06	5.34

lo largo de la vía. Además, se indica el tipo de carga manejada, el método de utilización de remolcadores (D = dedicado, G = general), el tipo de barcaza y el tipo de producto (el tipo de producto afecta a la estacionalidad de embarcaciones y el segundo al tipo de barcaza y la capacidad portuaria), y la capacidad portuaria en toneladas por hora. Finalmente se presentan los costos de transporte hidroviarios simulados, expresados en precios financieros (de mercado) y económicos (precios de cuenta).

Para calibrar los parámetros del modelo se compararon los costos financieros de ciertos pares de puertos importantes con las tarifas correspondientes. La información sobre las tarifas fue obtenida de una variedad de fuentes, principalmente de cotizaciones de armadores. Es importante resaltar que la precisión de estos datos no es exacta y trae un alto grado de incertidumbre. Esto era de esperar dada la naturaleza dinámica del mercado de transporte. De todos modos, se considera adecuado el rango de tarifas obtenidas de estas consulta para establecer un punto de comparación con los resultados del modelo. En la tabla 3.9 se presentan para varios pares de puertos los costos simulados en la corrida de calibración y los rangos de tarifas.

Tabla 3.9

Costos de transporte y tarifas

Par de Puertos	Carga	Tarifa (u\$s)	Costo de Transporte Simulado (u\$s)
Corumbá-Nueva Palmira	Soja en Grano	20 - 25	21.76
Gregorio Curvo-San Nicolás	Mineral de Hierro	18 - 21	14.11
Asunción-Nueva Palmira	Soja en Grano	12 - 13	11.32

En cuanto al transporte de soja en grano entre Corumbá-Nueva Palmira, se observa que el costo simulado está dentro del rango de tarifas. El costo correspondiente al transporte del mineral de hierro difiere significativamente de las tarifas. Esta incongruencia se discute a seguir.

Entre 1993 y 1995 las empresas exportadoras del mineral de hierro han invertido en su propia flota y operación de transporte. Mediante entrevistas informaron que en el pasado han sufrido una escasez de servicios de transporte durante periodos pico de transporte de la soja, un producto caracterizado por un alto grado de estacionalidad, el que perjudica a la necesidad de mantener un flujo relativamente uniforme de su producto a sus clientes en Paraguay y Argentina. También, las empresas mineras están

incentivadas a tratar de bajar los costos de transporte, lo que puede producir mayores beneficios y la posibilidad de entrar en nuevos mercados. Se ha obtenido información anecdotal que indica que los costos de transporte por tonelada han bajado al nivel de aproximadamente u\$s 14/ton con la expectativa de producir ahorros adicionales en el futuro. Sus planes de inversión en el transporte del mineral de hierro y enfoque concentrado en bajar los costos del mismo anticipan los mejoramientos de la vía considerados en el presente estudio.

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.

3.5 COSTOS DE TRANSPORTE HIDROVIARIO CON MEJORAMIENTOS

3.5.1 Alternativas de Mejoramientos

Las alternativas de mejoramientos considerados en el presente estudio están indicadas en la Sección 14.2. Sin embargo, cabe resumir las varias opciones de condiciones de los canales de navegación para poder considerar su incidencia en los costos de transporte hidroviario. Los parámetros de diseño considerados son el calado de proyecto y el ancho, permitiendo la navegación por convoyes compuestos de una mayor cantidad de barcazas y más cargadas.

Las alternativas en estudio se conforman según distintas combinaciones de estos parámetros. La tabla 3.10 siguiente permite la identificación de las mismas:

Tabla 3.10

Alternativas de Dimensiones de Canales

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	70	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

A los efectos de la evaluación económica se han considerado distintas condiciones de calado y ancho de canal para los tramos Santa Fé - Asunción y Asunción - Corumbá. Por ejemplo la alternativa E0B1 considera que en el tramo Santa Fé - Asunción se tiene un canal de 90 m de ancho que permite la navegación de un convoy de 4x4 con 2,0 m. de calado (E0), mientras que en el tramo Asunción-Corumbá se tiene un canal de 65 m de ancho, apto para la navegación de un convoy de 3x4, con un calado de 2,6 m (B1)

3.5.2 Costos de Transporte Hidroviario

Los resultados del modelo en cuanto a los costos de transporte hidroviario están tratados en la Sección 14.2 para una gran cantidad de alternativas. Para propósitos de presentar los costos del transporte, se ha seleccionado una serie de alternativas y calculado sus costos de transporte. En la tabla 3.11 se presentan los costos de transporte por tonelada entre los 20 pares de puertos considerados para una serie de alternativas de mejoramientos.

Tabla 3.11

Resumen de Costos Hidroviarios para Alternativas Seleccionadas

Resumen de Costos Hidroviarios para Alternativas Seleccionadas																	
Alternativa de Mejoramientos				Caso Base				Alternativa									
Convoy de diseño				Santa Fe-Asunción				E0B0		E1E1		E2E2		E3E3			
Asunción-Corumbá				3x4				3x4		4x4		4x4		4x4			
Calado de diseño (m.)				2.0				2.0		2.6		3.0		3.4			
Santa Fe-Asunción				2.0				2.0		2.8		3.0		3.4			
Asunción-Corumbá				18				22		22		22		22			
Horas diarias de navegación				Medio				Medio		Medio		Medio		Medio			
Escenario de Flujos de Carga								Costo de Transporte Hidroviario por Alternativa de Mejoramientos (u\$s por tonelada)									
								16.75		14.41		12.96		12.83		12.76	
								16.82		14.47		13.01		12.87		12.81	
								7.35		6.34		4.83		4.67		4.59	
								11.28		9.66		7.28		7.01		6.88	
								12.10		10.49		9.60		9.51		9.47	
								5.22		4.54		3.51		3.40		3.35	
								11.02		9.57		8.64		8.47		8.37	
								7.38		6.42		6.17		6.12		6.08	
								8.32		7.38		7.13		7.08		7.08	
								3.81		3.38		2.78		2.72		2.70	
								47.89		43.49		43.49		43.49		43.49	
								7.57		6.66		6.50		6.47		6.47	
								21.77		21.77		21.77		21.77		21.77	
								1.57		1.48		1.46		1.45		1.45	
								14.23		12.36		11.35		11.24		11.20	
								9.57		8.44		8.23		8.21		8.20	
								12.25		10.49		7.87		7.59		7.48	
								11.19		9.60		7.21		6.96		6.84	
								6.06		5.47		5.36		5.35		5.35	
								4.46		4.07		3.96		3.96		3.96	

ID	ID Puerto		Puerto de Origen	Puerto de Destino	Ubicación Puerto (km)		Tipo de Carga	Tow Method	Tipo de Barcaza	Capacidad		
	Origen	Dest.			Origen	Dest.				Origen	Dest	
1	3	1	Corumbá	N. Palmira	2762	139	2623	Granos	D	Hatch	459	459
2	6	1	P. Quijarro	N. Palmira	2762	139	2623	Granos	D	Hatch	459	459
3	6	20	Greg. Curvo	Barranqueras	2625	1198	1427	Minerales	D	Hopper	918	918
4	6	8	Greg. Curvo	San Nicolas	2625	352	2273	Minerales	D	Hopper	918	918
5	10	1	Concepción	N. Palmira	1940	139	1801	Granos	D	Hatch	459	459
6	6	9	Greg. Curvo	Villa Hayes	2625	1658	989	Minerales	D	Hopper	918	918
7	10	7	Concepción	Rosario	1940	420	1520	Granos	D	Hatch	459	459
8	11	13	Zarate	Asunción	107	1630	1523	Petroleos	D	Tanker	850	850
9	7	14	Rosario	Asunción	420	1630	1210	Granos	D	Hatch	459	459
10	15	16	Vallmi	Villeta	2162	1580	572	Clinker	D	Hopper	306	306
11	17	1	Cáceres	N. Palmira	3442	139	3303	Granos	D	Hatch	918	918
12	20	24	Barranqueras	Buenos Aires	1198	0	1198	Minerales	D	Hatch	306	306
13	17	3	Cáceres	Corumbá	3442	139	3303	Granos	D	Hatch	918	918
14	12	13	Formosa	Asunción	1488	1630	142	Petroleos	D	Tanker	850	850
15	18	1	P. Murtinho	N. Palmira	2232	139	2083	Granos	D	Hatch	459	459
16	14	1	Asunción	N. Palmira	1630	139	1491	Granos	D	Hatch	918	918
17	6	2	Greg. Curvo	N. Palmira	2625	139	2486	Minerales	D	Hopper	918	918
18	6	19	Greg. Curvo	V. Constitución	2625	347	2258	Minerales	D	Hopper	918	918
19	21	7	Barranqueras	Rosario	1198	420	778	Granos	D	Hatch	459	459
20	22	23	Reconquista	San Lorenzo	948	447	501	Granos	D	Hatch	459	459

4. COSTOS DE TRANSPORTE TERRESTRE

Como ya se ha observado, buena parte de los flujos que interesan al proyecto no están sujetos a ningún análisis de división modal, por ser cautivos de la Hidrovía. Para esos flujos, los beneficios de los mejoramientos en la Hidrovía fueron calculados simplemente a través de las diferencias entre los costos de operación hidroviaria con y sin proyecto. Así se concluye que para estos tipos de flujos no es necesario conocer los costos teóricos de transporte a través de los demás modales.

De esa observación se puede concluir que la estimativa de costos por ferrocarril y por camión solamente interesa para los productos y para las zonas en que habrá una competición entre los diferentes modales, que son:

- soja y torta de Mato Grosso y Mato Grosso do Sul, Brasil;
- soja y torta del Paraguay;
- soja y torta del Norte Argentino;
- trigo argentino.

Otra observación se refiere a las diferencias entre los fletes actuales de los diversos países y sus diferentes relaciones con los costos reales de operación. Eso se debe en gran parte a las diferentes políticas de reglamentación del transporte en los diversos países, con mayor o menor énfasis en la libre competición. Como se está estudiando lo que ocurrirá en un período de tiempo futuro bastante largo, se debe considerar que la creciente implementación de la integración del Mercosul hará que haya una convergencia entre esas políticas, tendiendo a una uniformización de fletes que cada vez más reflejarán los costos de operación.

Por esas razones se han calculado, para utilización en el Modelo de Transporte, los costos de operación vehicular en vez de tablas de fletes. Esos costos fueron calculados en términos financieros (precios de mercado) y económicos (precios de cuenta), por las razones ya expuestas en los capítulos anteriores.

4.1 COSTOS DE OPERACION DE CAMIÓN

Teniendo en cuenta lo expuesto, se ha estudiado el costo de transporte a través de camiones típicos para transporte de graneles. La Tabla 4.1 muestra el cálculo para un vehículo típico.

Se nota que el kilometraje mensual cambia bastante con la distancia de transporte, pues para distancias cortas el tiempo de carga y descarga y otros tiempos de terminal hacen que el vehículo esté menos tiempo en la carretera. Eso afecta naturalmente los costos de operación por kilómetro en razón de la mayor participación de los costos fijos.

Tabla 4.1 - Cálculo del Costo de Operación de Camión
Camion Scania T112 Intercooler - Granelero

Costos Financieros		
Precios	Valor	Unidad
Vehículo	120,000.00	US\$
Neumáticos	800.00	US\$/unidad
Diesel	0.37	US\$/L
Aceite Motor	1.40	US\$/L
Aceite Cambio	1.70	US\$/L
Lavado	25.00	US\$/L
Licencia	130.00	US\$/AÑO
Seguro	14%	precio/año
Sueldos		
Chofer	500	US\$/mes
Taller	450	US\$/mes
Parámetros		
Vida Útil	7 años	
Valor Residual	0.4	
Tasa de Interés	12.0%	4.56375654
1000 Km mensuales	13.292	
Carga Útil	27	
Consumo Neumáticos	120000	km/conjunto
Neumáticos/Vehic	22	
Consumo Diesel	0.44	litros/km
Carga de Retorno	60%	
Costos Mensuales	Factor	Valor
Capital	0.0150	1,794.71
Sueldo Chofer	1.6470	823.50
Licencia	0.0833	10.83
Seguro	0.0117	1,400.00
Subtotal		4,029.04
Costos por 1000 km		
Piezas Y Mat. Taller	0.0005	60.00
Mano de Obra Taller	0.0250	11.25
Neumáticos + llantas	0.1833	146.67
Diesel	440	162.80
Aceite Motor	2.5	3.50
Aceite Cambio	0.55	0.94
Lavado	0.1667	4.17
Subtotal		389.32
Administración	15%	

Parámetros de Operación	
Carga + Descarga	15 horas
Velocidad	60 km/h
Comida + Descanso	10 horas
Disponibilidad del Vehículo	80%
Descanso Semanal	1 día/semana
Días Disponibles/Mes	20.57 días/mes

Distancia de Transporte	km/Mes
100	3142
200	5317
300	6912
400	8132
500	9095
600	9874
700	10518
800	11059
900	11520
1000	11917
1100	12263
1200	12567
1300	12837
1400	13077
1500	13292
1600	13487
1700	13663
1800	13824
1900	13971
2000	14106

TOTAL	796.29 US\$/1000 km
	36.87 US\$/1000 TKU

Es necesario considerar esa variación de costo según la distancia de transporte porque, aunque las distancias de transporte para exportación desde el área de influencia sean bastante largas, el transporte intermodal puede involucrar distancias relativamente cortas para el segmento carretero.

Otro factor que influye bastante en el costo final por TKU (toneladas.kilómetro útiles) es la existencia de carga de retorno ("backhaul"). Por eso se ha repetido el cálculo de los costos de operación para diferentes hipótesis de existencia de carga de retorno.

La Tabla 4.2 muestra bastante bien las curvas de variación del costo de operación del camión por TKU según la distancia de transporte y según diferentes hipótesis de carga de retorno.

Para facilidad de utilización en el Modelo de Transporte, se ajustaron ecuaciones a las curvas calculadas según la Tabla 4.1. El tipo de ecuación que se ajustó más perfectamente fué:

$$C = b_0 + b_1 * D^{(b_3)} \quad (4.1)$$

en que:

C = costo de operación en US Dólares por 1.000 TKU (ton.km útiles)

D = distancia de transporte (km)

La Tabla 4.3 muestra los parámetros derivados para la función de costo según diferentes hipótesis de carga de retorno.

4.2 COSTO DE OPERACIÓN FERROVIARIA

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 ha examinado varias planillas de costos utilizadas en varios estudios anteriores, mostrando siempre costos bastante altos. Esos costos altos reflejan básicamente 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

**Tabla 4.2 - Variación de los Costos de Operación de Camión
Scania T112 Granelero**

Distancia (km)	US\$ / 1.000 TKU en función de la Carga de Retorno					
	0%	20%	40%	60%	80%	100%
100	142,40	118,67	101,72	89,00	79,11	71,20
200	97,72	81,43	69,80	61,07	54,29	48,86
300	82,82	69,02	59,16	51,76	46,01	41,41
400	75,37	62,81	53,84	47,11	41,87	37,69
500	70,90	59,08	50,64	44,31	39,39	35,45
600	67,92	56,60	48,52	42,45	37,73	33,96
700	65,79	54,83	47,00	41,12	36,55	32,90
800	64,20	53,50	45,86	40,12	35,67	32,10
900	62,96	52,46	44,97	39,35	34,98	31,48
1000	61,96	51,64	44,26	38,73	34,42	30,98
1100	61,15	50,96	43,68	38,22	33,97	30,58
1200	60,47	50,40	43,20	37,80	33,60	30,24
1300	59,90	49,92	42,79	37,44	33,28	29,95
1400	59,41	49,51	42,44	37,13	33,01	29,71
1500	58,98	49,15	42,13	36,87	32,77	29,49
1600	58,61	48,84	41,87	36,63	32,56	29,31
1700	58,28	48,57	41,63	36,43	32,38	29,14
1800	57,99	48,33	41,42	36,24	32,22	29,00
1900	57,73	48,11	41,24	36,08	32,07	28,87
2000	57,50	47,91	41,07	35,93	31,94	28,75

Costos de Operación en Función de la Distancia y de la Carga de Retorno (%)

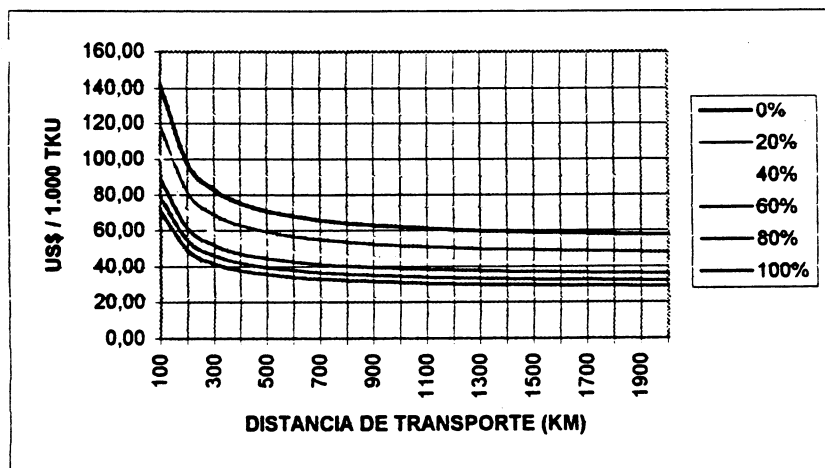


Tabla 4.3 - Parámetros de la Función de Costo de Operación de Camión

Ecuación

$$\text{Cost} = A + \exp(B) * (\text{Dist})^C$$

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

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 (ver Sección 14.3 para un análisis adicional de este tema).

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

5. 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, sin tener todavía en cuenta los medios de transporte utilizados y que se exponen en el Capítulo 13. Se resumen a continuación los criterios más importantes aplicados en este trabajo.

a. Selección de productos; período de proyección:

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”.

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.

b. 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 el análisis económico general de la Hidrovia (ver Capítulo 2, ítems 2 y 3). Aquí, la proyección sin proyecto es la proyección de los flujos de

mercaderías basada en las tendencias naturales verificadas en los análisis y que se supone que se verificará, exista o no el proyecto Hidrovía.

Para la situación con proyecto esa proyección debe ser sometida a ajustes que se conocen como tráfico generado. Trátase del efecto del proyecto en términos de 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 Suarez.

c. 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.

d. Procedimientos de 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.

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 5.1. 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 elaboraron 85 tablas de diversos tipos, y 18 tablas de síntesis que detallan los flujos globales de transporte por origen y destino que constan del Capítulo 13. En las Tablas 5.2, 5.3 y 5.4 se

TABLA 5.1 : 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 5.2

**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 5.2

**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 (**)	698	698	698	698	698
Madera aserrada (**)	180	180	180	180	180
Fibra de algodón (**)	271	309	379	455	628
Otros (**)	105	105	105	105	105
Sub total sentido norte-sur	10891	12461	15063	18095	24418
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 semillas de algodón, soja y otras oleaginosas (Reconquista/Santa Fé - Argentina), combinados con los flujos de torta de soja y aceite de soja en el modelo de transporte.

(**) No incluidos en la evaluación económica ni el modelo de transporte.

TABLA 5.3

**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 5.4

**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).

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

e. Situación con proyecto - tráfico generado:

Como dicho en el ítem c, la posibilidad de tráfico generado para el complejo soja sólo fue considerada para Santa Cruz y Mato Grosso. Se admitió, además, que sólo la soja en grano podrá ser objeto de tráfico generado pues el aumento de la producción de aceite y tortas es condicionado en su mayor parte por los mercados internos.

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 paraguay).

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). Se presentan a seguir las proyecciones de exportación de mineral de hierro con origen en Corumbá-Gregorio Curvo y destino Resto del Mundo, en las diversas hipótesis aquí consideradas.

Tabla 5.5

Flujos generados de Mineral de Hierro

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

Unidad: 1000 toneladas

HIPOTESIS DEMANDA	DE	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

6. DIVISION MODAL

6.1 ALGORITMOS DE ASIGNACION

Después de una serie de iteraciones y cálculos complejos de los costos de transporte, el análisis de división modal se basa en una sencilla comparación del costo de transporte total de cada modo para cada producto y par origen-destino. Se toma el costo de transporte en términos financieros como la base de determinar una tarifa de mercado, percibida por el usuario. En otras palabras, los costos calculados con el presente modelo son ajustados para representar "fletes", con el entender de que en el largo plazo en un mercado de transporte competitivo, los precios de fletes se aproximarán a los costos.

Los costos de los modos terrestres, como descrito en más detalle en el punto 4, son calculados con ecuaciones simplificadas de costo como función de distancia, derivadas de corridas de modelos separados del presente.

Con los costos de cada modo, y sus diferencias relativas, identificados para cada par origen-destino y producto relevante, se determina una base de asignación de demanda. Se ha desarrollado el modelo para acomodar dos posibles metodologías:

- "todo-o-nada", la que se usa tradicionalmente; y
- probabilística con función logística ("logit").

Aunque la tradicional es fácil de calcular -- toda la demanda elige el modo más barato -- siempre lleva el inconveniente de asignar grandes volúmenes de cargas a un modo que puede representar un ahorro mínimo en términos de costo. Además, es difícil considerar factores intangibles, como conveniencia relativa. Con una función logística se puede establecer una distribución porcentual entre los modos que resulta en una transición más gradual (y también más realista) entre la asignación de demanda a un modo con ahorros aumentando levemente.

Para el presente estudio se utilizó el método logístico "en cascada", que se describe en detalle a continuación.

6.2 MODELO LOGISTICO DE ASIGNACION MODAL

El modelo logístico es uno de los más utilizados en planeamiento de transporte para estimar decisiones de los usuarios frente a alternativas de ruta o de modo de transporte. La formulación básica aplicada en transporte, para el caso de dos modos alternativos, es:

$$P_1 = 1 / (1 + \exp (- dU)) \quad (6.1)$$

$$P_2 = 1 - P_1 \quad (6.2)$$

en que:

P_1 = Probabilidad de utilización del Modo 1 en vez del Modo 2

$dU = U_1 - U_2$ = Diferencia de utilidad del Modo 1 en relación al Modo 2

Se observa en la expresión (6.1) que si la diferencia de utilidad es nula el resultado es 50% para cada modo. Si la diferencia aumenta positivamente (modo 1 más útil que el modo 2), el signo negativo hace que la exponencial baje asintóticamente a cero y la probabilidad aumenta para el modo 1, tendiendo a 100%. Inversamente, si la diferencia aumenta negativamente (modo 2 más útil que el modo 1), la exponencial aumenta asintóticamente al infinito, y la probabilidad del modo 1 tiende a cero.

La utilidad es un concepto económico que representa el conjunto de atributos positivos de un bien que hacen que el consumidor lo quiera adquirir. En el caso del transporte, se trata no propiamente de un bien, sino de un impedimento a que se alcance un determinado objetivo económico (la entrega de una mercadería al comprador, la llegada al local de trabajo). Por eso algunos economistas prefieren hablar de la "desutilidad" relativa de un modo de transporte. De cualquier forma, lo importante para la elección del usuario es la diferencia, así definida:

$$dU = a_0 + a_1 (X_1 - X_2) + a_2 (Y_1 - Y_2) + \dots \quad (6.3)$$

Las variables X, Y, etc representan valores de atributos de los dos modos, como costo de transporte, tiempo, variabilidad del tiempo (incertidumbre en la llegada), confort, etc. En el caso del transporte de carga, entran otras variables como probabilidad de robo y pérdidas, contratos a largo plazo, inversiones ya hechas por el usuario en determinado modo, etc.

Los parámetros a_1 , a_2 , etc. representan la importancia relativa que el conjunto de los usuarios consideran para cada uno de los atributos frente a los demás atributos. Particularmente, el parámetro a_0 representa una preferencia intrínseca por uno de los modos, no explicada por ningún atributo particular. En la expresión (6.3), en caso de igualdad de todos los atributos, queda todavía una diferencia de utilidad. Si a_0 es positivo, la probabilidad de utilización del Modo 1 es superior a 50% aunque sus atributos sean iguales a los del Modo 2. Mirándolo de otra manera, para que el modo 2 consiga atraer más del 50% de los usuarios, necesitará tener atributos X, Y etc mejores que los del modo 1, por lo menos hasta anular la expresión (6.3).

La determinación de cuales atributos influyen en el proceso de decisión en cada problema analizado, y cuales los valores de los respectivos parámetros, constituye el proceso de calibración del modelo. Es un proceso en que:

- Se conocen los flujos de transporte entre varios pares de zonas de Origen/Destino, a través de cada uno de los modos (o sea, las probabilidades P_1 y P_2 son conocidas);
- Se conocen los valores de los atributos (costo, tiempo, etc) de los dos modos para todos los pares de O/D.

En ese caso, se pueden calcular los parámetros a_0 , a_1 , etc por regresión lineal.

6.3 MODELO LOGÍSTICO PARA MÁS DE DOS MODOS

La generalización del modelo logístico para más de dos modos se puede hacer de dos maneras. Una de ellas es generalizar el concepto de la expresión (6.1), llegando al Modelo Logístico Multimodal:

$$P_i = \exp(U_i) / (\exp(U_1) + \dots + \exp(U_i) + \dots + \exp(U_n)) \quad (6.4)$$

La aplicación de ese concepto tiene algunos problemas teóricos y prácticos (dificultades de calibración), de forma que generalmente, en problemas de transportes, se prefiere utilizar el Modelo Logístico Bimodal en Cascada. Consiste en formar dos grupos de modos, en que cada grupo contiene modos de características similares. La primera opción se hace entre uno de los dos grupos con la expresión (6.1). El proceso se repite dentro de cada grupo, eligiéndose uno entre dos subgrupos, etc.

Para el presente estudio se utilizó el método logístico "en cascada", consistiendo de dos elecciones bimodales. La primera elección que enfrenta el usuario es entre el camión y los otros dos modos como conjunto. Esta es análoga a la elección de pasajeros que tienen que decidir entre transporte privado (automóvil) y público (tren u ómnibus). Un transportador de soja, por ejemplo, tiene más control y flexibilidad cuando usa los servicios de los transportistas carreteros, así que tendría una mayor probabilidad de elegir el camión que los otros modos si los precios fueran iguales. La combinación de conveniencia, tiempo y los otros factores resulta en una preferencia por el camión que se puede modelar en la calibración de los coeficientes de la función logística.

La segunda rama del árbol es la elección entre barcaza y ferrocarril (dentro del modo "público"). Aunque el efecto del elemento de control por el usuario puede ser indiferente a los dos modos, los factores de tiempo de viaje y confiabilidad respecto a condiciones climáticas tienden a favorecer

al modo ferroviario. Por esto, se ha calibrado los coeficientes de esta rama para reconocer esta preferencia.

6.4 CALIBRACIÓN DEL ALGORITMO PROBABILÍSTICO DE DIVISIÓN MODAL

La calibración de una función probabilística exige la disponibilidad de datos en número suficiente para caracterizar un espacio amostral significativo.

En el caso presente esa disponibilidad de datos fué claramente insuficiente, pues:

- Productos como minerales de hierro y manganeso, petróleo y derivados son por su localización "cautivos" de la Hidrovía;
- La soja y otros productos del estado brasileño de Mato Grosso solamente disponen actualmente del modal carretero, utilizando marginalmente la hidrovía y el ferrocarril;
- Para la soja boliviana la diferencia de costo entre la Hidrovía y los demás modales es tan grande que el 100% de la carga sale via Quijarro y Central Aguirre hasta el Río de la Plata.

Así el único grupo de zonas en que existen realmente opciones modales está en Paraguay con respecto a la soja y a la torta de soja.

Se conocen (ver Tabla 6.1):

- La producción de soja por zona en 1992 y 1993;
- Los volúmenes exportados por carretera (Paranaguá), por ferrocarril (Rio Grande) y barcaza (Rosario, Nueva Palmira) en 1992 y 1993.

A partir de esos pocos datos se logró calibrar los parámetros de utilidad:

- Modo 1 (Carretera) vs. Modos 2,3 (Ferrocarril o Hidrovía):

$$dU_1 = 2,02 - 0,24 * (C_1 - \min(C_2, C_3)) \quad (6.5)$$

- Modo 2 (Ferrocarril) vs. Modo 3 (Hidrovía):

$$dU_2 = 10,50 - 6,30 * (C_2 - C_3) \quad (6.6)$$

en que:

C_1 = Costo de Transporte por Carretera (US\$/ton)

Tabla 6.1 - Calibración de la Función Logística de División Modal

Año 1983		Zonas	Flujos (Veh/año)	Costos por Modo (US\$)			Diferencias de Costo			Diferencias de Utilidad			División Modal Logística			Flujos Calculados			Total
Modo 1 Camión (C)	Modo 2 Tren (T)			Modo 3 Barraza (B)	Camin (C-B)	R-B	T vs R-B	R vs B	Modo 1 Camión	Modo 2 Tren	Modo 3 Barraza	Modo 1 Camión	Modo 2 Tren	Modo 3 Barraza	Modo 1 Camión	Modo 2 Tren	Modo 3 Barraza		
42	Concepción	33.6	65.78	76.08	16.92	48.86	59.15	-9.68	-362.17	0.01%	0.00%	99.99%	0	0	34				
43	Asunción	0.8	53.52	63.01	12.95	40.57	50.06	-7.68	-304.86	0.05%	0.00%	99.95%	0	0	1				
45	Pedro Juan Caballero	32.4	60.36	70.63	29.78	30.58	40.85	-7.29	-248.84	0.50%	0.00%	99.50%	0	0	32				
46	Coronel Oviedo	64.9	48.27	66.07	25.63	22.84	40.44	-3.39	-244.25	3.28%	0.00%	98.74%	2	0	63				
47	Ciudad del Este	727.4	39.48	67.24	34.51	4.97	22.73	0.83	-132.69	99.98%	0.00%	30.34%	507	0	221				
48	Encarnación	558.6	43.68	38.70	37.26	6.42	1.44	0.49	1.43	81.91%	30.72%	99.72%	348	172	41				
49	General Eugenio Garay	0.2	71.65	81.19	38.63	33.02	42.55	-6.87	-257.59	0.28%	0.00%	99.72%	0	0	0				
Total		1417.8								Modelado Total (Veh/año)	Modelado %	Observado %	902	102	1418				
										Observado Total (Veh/año)									
Año 1982																			
42	Concepción	20.4	65.78	76.08	16.92	48.86	59.15	-9.68	-362.17	0.01%	0.00%	99.99%	0	0	20				
43	Asunción	0.8	53.52	63.01	12.95	40.57	50.06	-7.68	-304.86	0.05%	0.00%	99.95%	0	0	0				
45	Pedro Juan Caballero	19.7	60.36	70.63	29.78	30.58	40.85	-7.29	-248.84	0.50%	0.00%	99.50%	1	0	20				
46	Coronel Oviedo	39.5	48.27	66.07	25.63	22.84	40.44	-3.39	-244.25	3.28%	0.00%	98.74%	308	0	38				
47	Ciudad del Este	442.4	39.48	67.24	34.51	4.97	22.73	0.83	-132.69	99.98%	0.00%	30.34%	308	0	442				
48	Encarnación	339.7	43.68	38.70	37.26	6.42	1.44	0.49	1.43	81.91%	30.72%	99.72%	210	104	340				
49	General Eugenio Garay	0.1	71.65	81.19	38.63	33.02	42.55	-6.87	-257.59	0.28%	0.00%	99.72%	0	0	0				
Total		862.3								Modelado Total (Veh/año)	Modelado %	Observado %	520	104	862				
										Observado Total (Veh/año)	Observado %		37%	17%	100%				
													492	162	862				

Etapas de la División		Parámetros Calibrados	
a0	a1	a0	a1
1. Privado vs. Público	-0.24	-0.24	-0.24
2. Tren vs. Barraza	-8.30	-8.30	-8.30

$$dU = a0 + a1 (C1-C2)$$

$$P1 = 1 / (1 + \exp(-dU))$$

Función de Utilidad
División Modal

C_2 = Costo de Transporte por Ferrocarril (US\$/ton)

C_3 = Costo de Transporte por Hidrovía (US\$/ton)

Los gráficos que se presentan en la Figura 6.1 muestran las curvas resultantes de la aplicación de las funciones de utilidad de las expresiones (6.5) y (6.6) a la expresión (6.1).

El examen de las expresiones y de los gráficos muestra que los valores obtenidos en la calibración son razonables. En cuanto a la división entre camión y los demás modales se puede observar:

- El camión muestra una preferencia sobre los demás modales en una intensidad razonable;
- La diferencia de utilidad se anula cuando el flete carretero es US\$ 8,40 más caro que lo más barato de los modos alternativos ($2,02 / 0,24 = 8,40$);
- Si los costos son iguales, la diferencia de utilidad resulta igual a 2,02 favorable al camión, con 90 % de los flujos utilizando ese modal;
- Esas conclusiones parecen estar de acuerdo a la realidad, donde difícilmente se dejaría de utilizar el camión en casos de equivalencia de fletes con los demás modales.

En cuanto a la división entre ferrocarril e hidrovía, se puede observar:

- La sensibilidad de la división modal a los costos es mucho más intensa que en el caso de camión vs. otros. Una diferencia de uno o dos dólares produce un cambio radical en la elección modal;
- El ferrocarril muestra una ligera preferencia intrínseca sobre la hidrovía. La diferencia de utilidad se anula cuando el flete ferroviario es US\$ 1,67 más caro que el flete hidroviario ($10,50 / 6,30 = 1,67$). Eso parece razonable frente al mayor grado de incertidumbre y a la menor flexibilidad de la hidrovía.

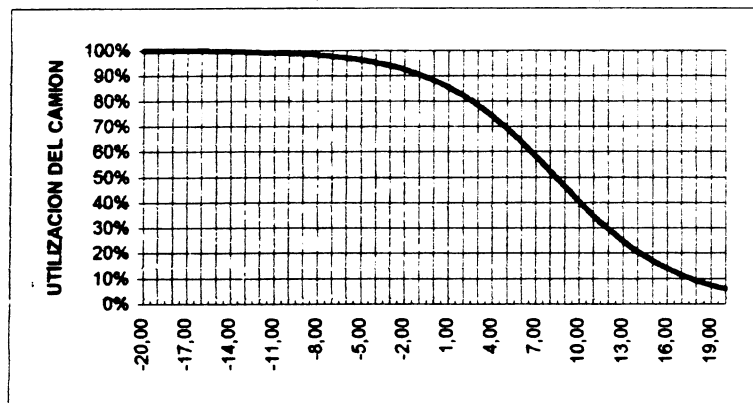
A pesar de las condiciones poco favorables para calibración, frente a la casi total ausencia de datos, se considera que los valores obtenidos son aplicables, como se verá adelante en los resultados del modelo de transporte para las alternativas analizadas.

Los parámetros así calibrados son válidos para soja en grano y para la torta de soja.

FIGURA 6.1 - FUNCIONES LOGISTICAS CALIBRADAS

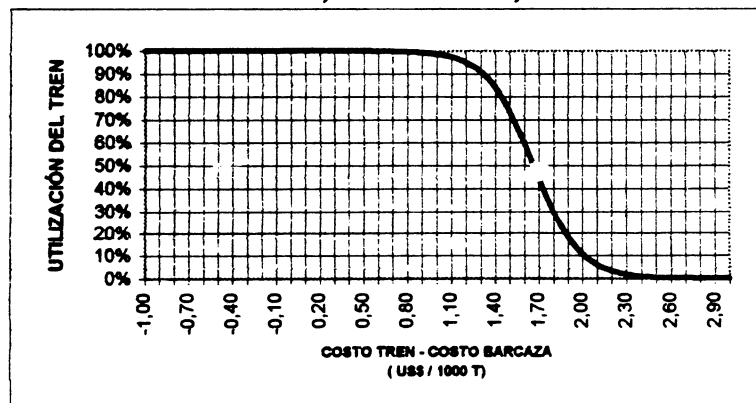
ETAPA 1 - Modo 1 (Carretera) vs. Modos 2,3 (Ferrocarril o Hidrovía)

$$A0 = 2,02 \quad A1 = -0,24$$



ETAPA 2 - Modo 2 (Ferrocarril) vs. Modo 3 (Hidrovía)

$$A0 = 10,52 \quad A1 = -6,30$$



6.5 DIVISION MODAL DE LA DEMANDA GLOBAL

En las Tablas 6.2 a 6.8 se presentan los resultados de la división modal de la demanda global para la alternativa recomendada de mejoramientos del canal de 3,0 m. de calado de proyecto en el tramo Corumbá-Asunción y 2,6 m. para Asunción-Santa Fé, el del ancho de canal de 90 m. en ambos tramos, permitiendo la navegación de convoyes de 4x4 barcazas.

Las Tablas 6.2 a 6.6 presentan la división modal para los flujos de carga respectivamente en los años 1997, 2000, 2005, 2010 y 2020 resumiendo los mismos por producto y país de origen/destino. Las Tablas 6.7 y 6.8 presentan los flujos en términos de su composición porcentual del total, por tonelada y por tonelada-kilómetro (TKU), para los años 1997 y 2020.

En las Tablas 6.9 a 6.12 se repiten los mismos resultados del análisis para el Caso Base, para los años 1997 y 2020.

En las Tablas 6.13 a 6.16, se presentan los mismos para el caso de la situación existente, simulada en la calibración del modelo de transporte, para los años 1997 y 2020.

En las Tablas 6.17 y 6.18 y en las Figuras 6.2 y 6.3, se resumen los flujos de carga sobre la Hidrovía por tramo y categoría principal de producto, para los años 1997 y 2020 para la alternativa recomendada. Los tramos del río están identificados por los puertos y ubicación (medida en km.). Se observa que los productos del complejo soja y los minerales de hierro y manganeso dominan los flujos. El tramo entre Asunción y Rosario tiene la mayor cantidad de tráfico.

Figura 6.2
Resumen de Flujos por la Hidrovia en 1997 para la Alternativa Recomendada

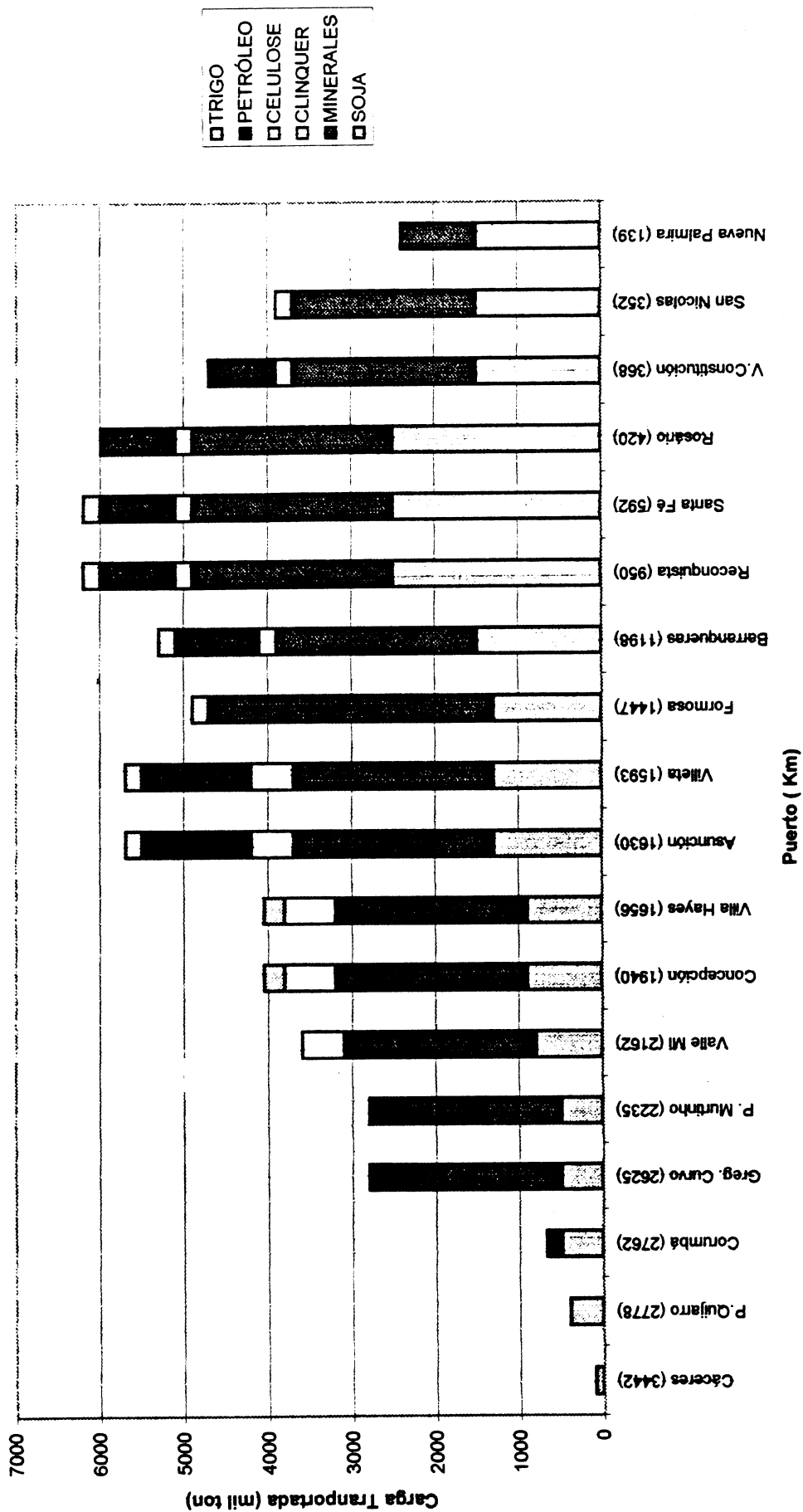


Figura 6.3
Resumen de Flujos por la Hidrovia en 1997 para la Alternativa Recomendada

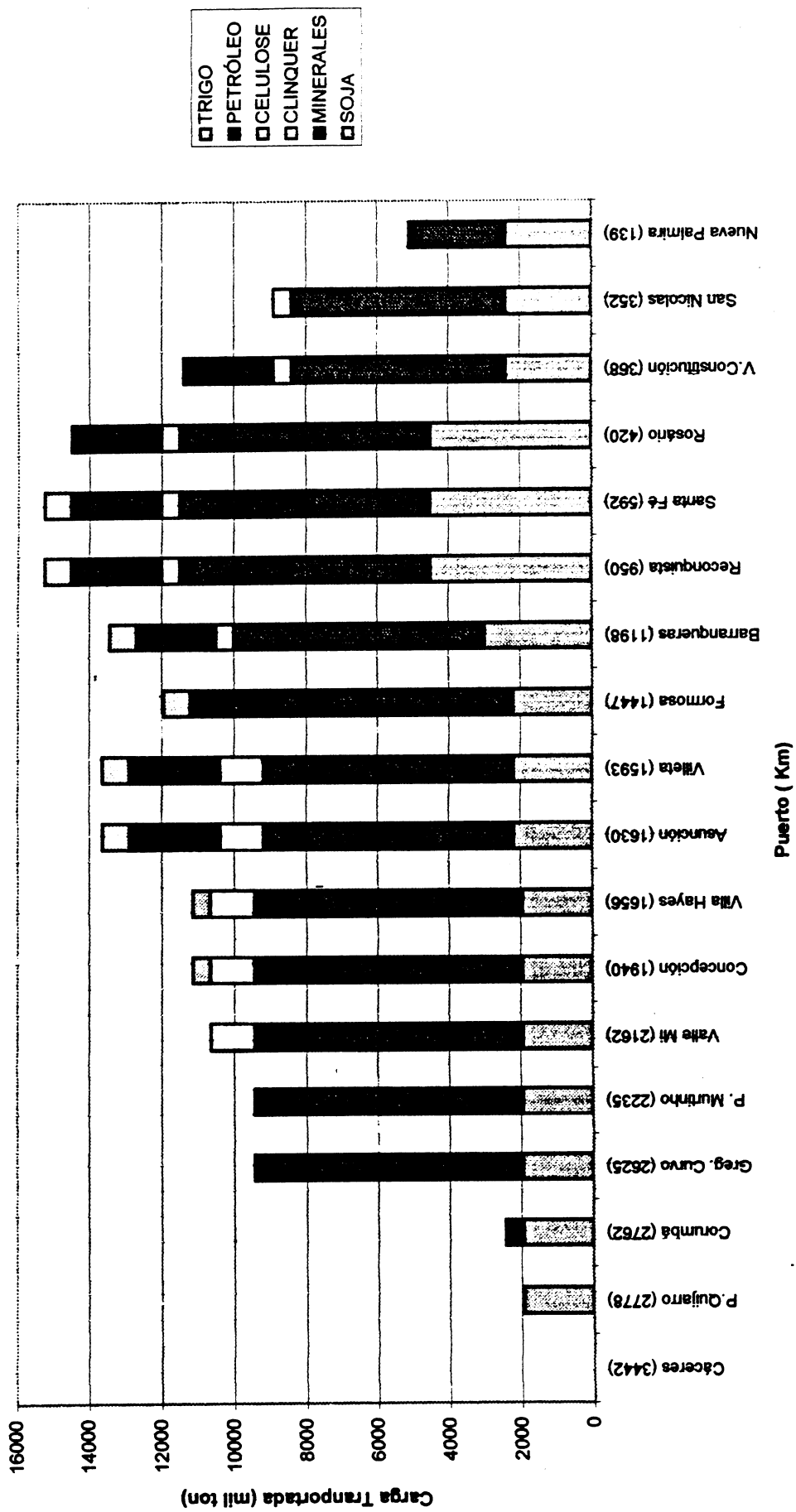


Tabla 6.2
Hidrovia Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos de Carga por Modo de Transporte para la Alternativa Recomendada
Año de Analisis 1997

Producto País (Estado)	Flujos por modo (mil ton)				División Modal		
	Hidrovia	Camión	Ferrocarril	Total	Hidrovia	Camión	Ferrocarril
Soja en Grano							
Brasil (MG)	111.7	1,135.0	141.1	1,387.8	8%	82%	10%
Brasil (MGS)	70.5	230.8	48.6	350.0	20%	66%	14%
Bolivia	393.0	0.0	0.0	393.0	100%	0%	0%
Paraguay	374.1	339.9	0.0	714.0	52%	48%	0%
Argentina	231.3	365.4	102.7	699.4	33%	52%	15%
Total	1,180.7	2,071.0	292.4	3,544.1	33%	58%	8%
Torta de Soja							
Brasil (MG)	0.0	904.4	137.9	1,042.3	0%	87%	13%
Brasil (MGS)	84.1	654.1	330.5	1,068.7	8%	61%	31%
Bolivia	65.0	0.0	0.0	65.0	100%	0%	0%
Paraguay	268.4	148.6	0.0	417.0	64%	36%	0%
Argentina	650.0	-	-	650.0	100%	0%	0%
Total	1,067.5	1,707.1	468.4	3,243.0	33%	53%	14%
Aceite de Soja							
Brasil (MG)	0.0	69.0	10.5	79.5	0%	87%	13%
Brasil (MGS)	6.4	49.9	25.2	81.6	8%	61%	31%
Bolivia	5.0	0.0	0.0	5.0	100%	0%	0%
Paraguay	69.0	38.0	0.0	107.0	65%	35%	0%
Argentina	234.0	-	-	234.0	100%	0%	0%
Total	314.5	156.9	35.7	507.1	62%	31%	7%
Complejo de Soja							
Brasil (MG)	111.7	2,108.3	289.6	2,509.6	4%	84%	12%
Brasil (MGS)	161.1	934.8	404.3	1,500.3	11%	62%	27%
Bolivia	463.0	0.0	0.0	463.0	100%	0%	0%
Paraguay	711.6	526.4	0.0	1,238.0	57%	43%	0%
Argentina	1,115.3	365.4	102.7	1,583.4	70%	23%	6%
Total	2,562.7	3,935.0	796.6	7,294.3	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	3,935.0	796.6	12,080.3	61%	33%	7%

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

Tabla 6.3
Hidrovia Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos de Carga por Modo de Transporte para la Alternativa Recomendada
Año de Análisis 2000

Producto País (Estado)	Flujos por modo (mil ton)				Division Modal		
	Hidrovia	Camión	Ferrocarril	Total	Hidrovia	Camión	Ferrocarril
Soja en Grano							
Brasil (MG)	110.3	1,121.0	139.4	1,370.7	8%	82%	10%
Brasil (MGS)	-	-	-	-	0%	0%	0%
Bolivia	583.0	0.0	0.0	583.0	100%	0%	0%
Paraguay	401.3	364.7	0.0	766.0	52%	48%	0%
Argentina	300.6	460.2	129.0	889.9	34%	52%	15%
Total	1,395.3	1,945.9	268.4	3,609.6	39%	54%	7%
Torta de Soja							
Brasil (MG)	0.0	1,358.4	207.2	1,565.6	0%	87%	13%
Brasil (MGS)	97.9	760.8	384.4	1,243.1	8%	61%	31%
Bolivia	94.0	0.0	0.0	94.0	100%	0%	0%
Paraguay	251.5	139.5	0.0	391.0	64%	36%	0%
Argentina	710.3	-	-	710.3	100%	0%	0%
Total	1,153.6	2,258.7	591.6	4,003.9	29%	56%	15%
Aceite de Soja							
Brasil (MG)	0.0	99.1	15.1	114.2	0%	87%	13%
Brasil (MGS)	7.1	55.5	28.0	90.7	8%	61%	31%
Bolivia	9.0	0.0	0.0	9.0	100%	0%	0%
Paraguay	66.1	36.9	0.0	103.0	64%	36%	0%
Argentina	255.7	-	-	255.7	100%	0%	0%
Total	338.0	191.4	43.1	572.5	59%	33%	8%
Complejo de Soja							
Brasil (MG)	110.3	2,578.4	361.7	3,050.4	4%	85%	12%
Brasil (MGS)	105.0	816.3	412.4	1,333.7	8%	61%	31%
Bolivia	686.0	0.0	0.0	686.0	100%	0%	0%
Paraguay	719.0	541.0	0.0	1,260.0	57%	43%	0%
Argentina	1,266.6	460.2	129.0	1,855.9	68%	25%	7%
Total	2,886.9	4,396.0	903.1	8,186.0	35%	54%	11%
Hierro							
Paraguay	289.4			289.4	100%	0%	0%
Argentina	1,331.3			1,331.3	100%	0%	0%
USA	1,157.6			1,157.6	100%	0%	0%
Total	2,778.3			2,778.3	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	640.0			640.0	100%	0%	0%
Celulose	600.0			600.0	100%	0%	0%
Petroleos	1,398.0			1,398.0	100%	0%	0%
Trigo							
Brasil (MGS)	187.0			187.0	100%	0%	0%
Paraguay	90.0			90.0	100%	0%	0%
Total	277.0			277.0	100%	0%	0%
Todos Productos	8,701.2	4,396.0	903.1	14,000.3	62%	31%	6%

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 6.4
Hidrovia Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos de Carga por Modo de Transporte para la Alternativa Recomendada
Año de Análisis 2005

Producto País (Estado)	Flujos por modo (mil ton)				División Modal		
	Hidrovia	Camión	Ferrocarril	Total	Hidrovia	Camión	Ferrocarril
Soja en Grano							
Brasil (MG)	-	74.7	1,609.8	1,684.5	0%	4%	96%
Brasil (MGS)	-	-	-	-	0%	0%	0%
Bolivia	894.0	0.0	0.0	894.0	100%	0%	0%
Paraguay	274.5	273.8	296.7	845.1	32%	32%	35%
Argentina	423.7	108.3	695.8	1,227.7	35%	9%	57%
Total	1,592.2	456.9	2,602.3	4,651.4	34%	10%	56%
Torta de Soja							
Brasil (MG)	-	7.5	2,246.8	2,254.3	0%	0%	100%
Brasil (MGS)	0.2	292.4	918.5	1,211.1	0%	24%	76%
Bolivia	200.0	0.0	0.0	200.0	100%	0%	0%
Paraguay	216.7	120.3	0.0	337.0	64%	36%	0%
Argentina	823.4	-	-	823.4	100%	0%	0%
Total	1,240.3	420.1	3,165.2	4,825.7	26%	9%	66%
Acete de Soja							
Brasil (MG)	-	0.5	152.6	153.1	0%	0%	100%
Brasil (MGS)	0.0	19.9	62.4	82.3	0%	24%	76%
Bolivia	27.0	0.0	0.0	27.0	100%	0%	0%
Paraguay	61.3	33.7	0.0	95.0	65%	35%	0%
Argentina	296.4	-	-	296.4	100%	0%	0%
Total	384.8	54.0	215.0	653.8	59%	8%	33%
Complejo de Soja							
Brasil (MG)	-	82.7	4,009.2	4,091.9	0%	2%	98%
Brasil (MGS)	0.2	312.3	980.9	1,293.3	0%	24%	76%
Bolivia	1,121.0	0.0	0.0	1,121.0	100%	0%	0%
Paraguay	552.6	427.8	296.7	1,277.1	43%	33%	23%
Argentina	1,543.5	108.3	695.8	2,347.5	66%	5%	30%
Total	3,217.3	931.0	5,982.5	10,130.8	32%	9%	59%
Hierro							
Paraguay	369.4			369.4	100%	0%	0%
Argentina	1,699.1			1,699.1	100%	0%	0%
USA	1,477.5			1,477.5	100%	0%	0%
Total	3,545.9			3,545.9	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	783.0			783.0	100%	0%	0%
Celulose	600.0			600.0	100%	0%	0%
Petroleos	1,702.0			1,702.0	100%	0%	0%
Trigo							
Brasil (MGS)	230.0			230.0	100%	0%	0%
Paraguay	125.0			125.0	100%	0%	0%
Total	355.0			355.0	100%	0%	0%
Todos Productos	10,324.2	931.0	5,982.5	17,237.7	60%	5%	35%

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
Hidrovía Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos de Carga por Modo de Transporte para la Alternativa Recomendada
Año de Análisis 2010

Producto País (Estado)	Flujos por modo (mil ton)				División Modal		
	Hidrovía	Camión	Ferrocarril	Total	Hidrovía	Camión	Ferrocarril
Soja en Grano							
Brasil (MG)	-	113.5	2,435.5	2,549.1	0%	4%	96%
Brasil (MGS)	-	-	-	-	0%	0%	0%
Bolivia	1,261.0	0.0	0.0	1,261.0	100%	0%	0%
Paraguay	297.5	296.8	321.6	915.9	32%	32%	35%
Argentina	554.9	140.1	892.3	1,587.3	35%	9%	56%
Total	2,113.4	550.5	3,649.4	6,313.2	33%	9%	58%
Torta de Soja							
Brasil (MG)	-	8.6	2,570.4	2,579.0	0%	0%	100%
Brasil (MGS)	0.2	286.0	898.3	1,184.5	0%	24%	76%
Bolivia	351.0	0.0	0.0	351.0	100%	0%	0%
Paraguay	172.3	95.7	0.0	268.0	64%	36%	0%
Argentina	954.5	-	-	954.5	100%	0%	0%
Total	1,478.1	390.2	3,468.7	5,337.0	28%	7%	65%
Aceite de Soja							
Brasil (MG)	-	0.5	163.3	163.9	0%	0%	100%
Brasil (MGS)	0.0	18.2	57.1	75.3	0%	24%	76%
Bolivia	54.0	0.0	0.0	54.0	100%	0%	0%
Paraguay	53.6	29.4	0.0	83.0	65%	35%	0%
Argentina	343.6	-	-	343.6	100%	0%	0%
Total	451.2	48.1	220.4	719.8	63%	7%	31%
Complejo de Soja							
Brasil (MG)	-	122.6	5,169.3	5,291.9	0%	2%	98%
Brasil (MGS)	0.2	304.2	955.4	1,259.7	0%	24%	76%
Bolivia	1,666.0	0.0	0.0	1,666.0	100%	0%	0%
Paraguay	523.4	421.9	321.6	1,266.9	41%	33%	25%
Argentina	1,853.1	140.1	892.3	2,885.5	64%	5%	31%
Total	4,042.7	988.8	7,338.6	12,370.0	33%	8%	59%
Hierro							
Paraguay	471.4			471.4	100%	0%	0%
Argentina	2,168.5			2,168.5	100%	0%	0%
USA	1,885.6			1,885.6	100%	0%	0%
Total	4,525.6			4,525.6	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	926.0			926.0	100%	0%	0%
Celulose	600.0			600.0	100%	0%	0%
Petroleos	2,006.0			2,006.0	100%	0%	0%
Trigo							
Brasil (MGS)	278.0			278.0	100%	0%	0%
Paraguay	160.0			160.0	100%	0%	0%
Total	438.0			438.0	100%	0%	0%
Todos Productos	12,659.2	988.8	7,338.6	20,986.6	60%	5%	35%

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 6.6
Hidrovia 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%
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	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 Hidrovia.

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

Tabla 6.7
Hidrovia Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos por la Hidrovia para la Alternativa Recomendada
Año de Analisis 1997

Producto Pais(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)	111,7	369,0	3.303	1,5%	3,2%
Brasil (MGS)	70,5	133,9	1.899	1,0%	1,2%
Bolivia	393,0	1.035,5	2.635	5,3%	9,1%
Paraguay	374,1	567,9	1.518	5,1%	4,9%
Argentina	231,3	180,0	778	3,1%	1,6%
Total	1.180,7	2.286,4	1.936	16,1%	20,0%
Torta de Soja					
Brasil (MG)	0,0	0,0	3.303	0,0%	0,0%
Brasil (MGS)	84,1	151,5	1.801	1,1%	1,3%
Bolivia	65,0	171,3	2.635	0,9%	1,5%
Paraguay	268,4	400,2	1.491	3,7%	3,6%
Argentina	650,0	325,7	501	8,8%	2,8%
Total	1.067,5	1.048,7	982	14,5%	9,2%
Aceite de Soja					
Brasil (MG)	0,0	0,0	3.303	0,0%	0,0%
Brasil (MGS)	6,4	11,6	1.801	0,1%	0,1%
Bolivia	5,0	13,2	2.635	0,1%	0,1%
Paraguay	69,0	102,9	1.491	0,9%	0,9%
Argentina	234,0	117,2	501	3,2%	1,0%
Total	314,5	244,9	779	4,3%	2,1%
Complejo de Soja					
Brasil (MG)	111,7	369,0	3.303	1,5%	3,2%
Brasil (MGS)	161,1	297,1	1.844	2,2%	2,6%
Bolivia	463,0	1.220,0	2.635	6,3%	10,7%
Paraguay	711,6	1.071,1	1.505	9,7%	9,4%
Argentina	1.115,3	622,9	558	15,2%	5,4%
Total	2.562,7	3.580,0	1.397	34,9%	31,3%
Hierro					
Paraguay	250,0	242,3	969	3,4%	2,1%
Argentina	1.150,0	2.487,1	2.163	15,6%	21,7%
USA	1.000,0	2.486,0	2.486	13,6%	21,7%
Total	2.400,0	5.215,3	2.173	32,7%	45,5%
Manganeso					
Paraguay	6,0	5,8	969	0,1%	0,1%
Argentina	40,0	90,9	2.273	0,5%	0,8%
USA	75,0	170,5	2.273	1,0%	1,5%
Total	121,0	267,2	2.208	1,6%	2,3%
Clinker	555,0	317,5	572	7,6%	2,8%
Celulose	267,0	319,9	1.198	3,6%	2,8%
Petroleos	1.216,0	1.428,0	1.174	16,5%	12,5%
Trigo					
Brasil (MGS)	158,0	240,2	1.520	2,2%	2,1%
Paraguay	69,0	83,5	1.210	0,9%	0,7%
Total	227,0	323,7	1.426	3,1%	2,8%
Todos Productos	7.348,7	11.451,5	1.558	100,0%	100,0%

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

Tabla 6.8
Hidrovia Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos por la Hidrovia para la Alternativa Recomendada
Año de Analisis 2020

Producto Pais(Estado)	Flujos por la Hidrovia		Recorrido Fluvial Medio (km.)	Participacion 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	988,0	2.603,4	2.635	5,7%	8,0%
Paraguay	337,8	518,3	1.535	1,9%	1,8%
Argentina	837,3	651,4	778	4,8%	2,3%
Total	2.163,1	3.773,1	1.744	12,4%	12,9%
Torta de Soja					
Brasil (MG)	-	-	-	0,0%	0,0%
Brasil (MGS)	0,2	0,3	1.801	0,0%	0,0%
Bolivia	770,0	2.028,9	2.635	4,4%	7,0%
Paraguay	44,4	66,2	1.491	0,3%	0,2%
Argentina	1.282,8	642,7	501	7,4%	2,2%
Total	2.097,4	2.738,2	1.305	12,0%	9,4%
Aceite de Soja					
Brasil (MG)	-	-	-	0,0%	0,0%
Brasil (MGS)	0,0	0,0	1.801	0,0%	0,0%
Bolivia	125,0	329,4	2.635	0,7%	1,1%
Paraguay	32,8	48,9	1.491	0,2%	0,2%
Argentina	461,8	231,4	501	2,7%	0,8%
Total	619,7	609,7	984	3,6%	2,1%
Complejo de Soja					
Brasil (MG)	-	-	-	0,0%	0,0%
Brasil (MGS)	0,2	0,3	1.801	0,0%	0,0%
Bolivia	1.883,0	4.961,7	2.635	10,8%	17,0%
Paraguay	415,0	633,5	1.527	2,4%	2,2%
Argentina	2.582,0	1.525,5	591	14,8%	5,2%
Total	4.880,1	7.121,0	1.459	28,0%	24,4%
Hierro					
Paraguay	767,9	744,1	969	4,4%	2,6%
Argentina	3.532,3	7.639,0	2.163	20,3%	26,1%
USA	3.071,5	7.635,8	2.486	17,6%	26,1%
Total	7.371,7	16.018,9	2.173	42,3%	54,8%
Manganeso					
Paraguay	6,0	5,8	969	0,0%	0,0%
Argentina	40,0	90,9	2.273	0,2%	0,3%
USA	75,0	170,5	2.273	0,4%	0,6%
Total	121,0	267,2	2.208	0,7%	0,9%
Clinquer	1.212,0	693,3	572	7,0%	2,4%
Celulose	600,0	718,8	1.198	3,4%	2,5%
Petroleos	2.614,0	3.557,2	1.361	15,0%	12,2%
Trigo					
Brasil (MGS)	386,0	586,7	1.520	2,2%	2,0%
Paraguay	230,0	278,3	1.210	1,3%	1,0%
Total	616,0	865,0	1.404	3,5%	3,0%
Todos Productos	17.414,8	29.241,3	1.679	100,0%	100,0%

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

Tabla 6.9
Hidrovia Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos de Carga por Modo de Transporte para el Caso Base
Año de Análisis 1997

Producto País (Estado)	Flujos por modo (mil ton)				División Modal		
	Hidrovia	Camión	Ferrocarril	Total	Hidrovia	Camión	Ferrocarril
Soja en Grano							
Brasil (MG)	54.2	1.193.2	140.4	1.387.8	4%	86%	10%
Brasil (MGS)	37.4	253.7	58.9	350.0	11%	72%	17%
Bolivia	393.0	0.0	0.0	393.0	100%	0%	0%
Paraguay	319.7	394.2	0.0	714.0	45%	55%	0%
Argentina	227.2	369.5	102.7	699.4	32%	53%	15%
Total	1.031.5	2.210.7	301.9	3.544.1	29%	62%	9%
Torta de Soja							
Brasil (MG)	-	904.4	137.9	1.042.3	0%	87%	13%
Brasil (MGS)	53.3	685.0	330.5	1.068.7	5%	64%	31%
Bolivia	65.0	0.0	0.0	65.0	100%	0%	0%
Paraguay	245.6	171.4	0.0	417.0	59%	41%	0%
Argentina	650.0	-	-	650.0	100%	0%	0%
Total	1.013.8	1.760.8	468.4	3.243.0	31%	54%	14%
Aceite de Soja							
Brasil (MG)	-	69.0	10.5	79.5	0%	87%	13%
Brasil (MGS)	4.1	52.3	25.2	61.6	5%	64%	31%
Bolivia	5.0	0.0	0.0	5.0	100%	0%	0%
Paraguay	63.2	43.8	0.0	107.0	59%	41%	0%
Argentina	234.0	-	-	234.0	100%	0%	0%
Total	306.3	165.1	35.7	507.1	60%	33%	7%
Complejo de Soja							
Brasil (MG)	54.2	2.166.6	288.8	2.509.6	2%	86%	12%
Brasil (MGS)	94.7	991.0	414.5	1.500.3	6%	66%	28%
Bolivia	463.0	0.0	0.0	463.0	100%	0%	0%
Paraguay	628.5	609.4	0.0	1.238.0	51%	49%	0%
Argentina	1.111.2	369.5	102.7	1.583.4	70%	23%	6%
Total	2.351.6	4.136.6	806.1	7.294.3	32%	57%	11%
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%
Celulosa	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	6.137.6	4.136.6	806.1	11.080.3	55%	37%	7%

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 6.10
Hidrovia Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos por la Hidrovia para el Caso Base
Año de Analisis 1997

Producto Pais(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%	12,2%
Paraguay	319,7	486,7	1.522	5,2%	5,8%
Argentina	227,2	176,7	778	3,7%	2,0%
Total	1.031,5	1.947,7	1.888	16,8%	22,9%
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%	3,9%
Total	1.013,8	959,0	946	16,5%	11,2%
Acerte 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%	14,3%
Paraguay	628,5	947,2	1.507	10,2%	11,1%
Argentina	1.111,2	619,6	558	18,1%	7,3%
Total	2.351,6	3.138,7	1.335	38,3%	36,8%
Hierro					
Paraguay	250,0	242,3	969	4,1%	2,8%
Argentina	1.150,0	2.487,1	2.163	18,7%	29,2%
USA	-	-	-	0,0%	0,0%
Total	1.400,0	2.729,3	1.950	22,8%	32,0%
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%	3,8%
Petroleos	1.216,0	1.428,0	1.174	19,8%	16,8%
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	323,7	1.426	3,7%	3,8%
Todos Productos	6.137,6	8.524,2	1.309	100,0%	100,0%

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

Tabla 6.11
Hidrovía Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos de Carga por Modo de Transporte para el Caso Base
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	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%
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	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 6.12
Hidrovia Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos por la Hidrovia para el Caso Base
Año de Analisis 2020

Producto Pais(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	988,0	2.603,4	2.635	6,9%	12,1%
Paraguay	291,8	449,7	1.541	2,0%	2,1%
Argentina	822,2	639,7	778	5,8%	3,0%
Total	2.102,0	3.692,7	1.757	14,7%	17,2%
Torta de Soja					
Brasil (MG)	-	-	-	0,0%	0,0%
Brasil (MGS)	0,0	0,0	1.801	0,0%	0,0%
Bolivia	770,0	2.028,9	2.635	5,4%	9,4%
Paraguay	40,6	60,6	1.491	0,3%	0,3%
Argentina	1.282,8	642,7	501	9,0%	3,0%
Total	2.093,4	2.732,2	1.305	14,7%	12,7%
Aceite de Soja					
Brasil (MG)	-	-	-	0,0%	0,0%
Brasil (MGS)	0,0	0,0	1.801	0,0%	0,0%
Bolivia	125,0	329,4	2.635	0,9%	1,5%
Paraguay	30,0	44,8	1.491	0,2%	0,2%
Argentina	461,8	231,4	501	3,2%	1,1%
Total	616,9	605,5	982	4,3%	2,8%
Complejo de Soja					
Brasil (MG)	-	-	-	0,0%	0,0%
Brasil (MGS)	0,0	0,0	1.801	0,0%	0,0%
Bolivia	1.883,0	4.961,6	2.635	13,2%	23,1%
Paraguay	362,5	555,0	1.531	2,5%	2,6%
Argentina	2.566,9	1.513,8	590	18,0%	7,0%
Total	4.812,3	7.030,4	1.461	33,7%	32,7%
Hierro					
Paraguay	767,9	744,1	969	5,4%	3,5%
Argentina	3.532,3	7.639,0	2.163	24,7%	35,5%
USA	-	-	-	0,0%	0,0%
Total	4.300,1	8.383,1	1.950	30,1%	39,0%
Manganeso					
Paraguay	6,0	5,8	969	0,0%	0,0%
Argentina	40,0	90,9	2.273	0,3%	0,4%
USA	75,0	170,5	2.273	0,5%	0,8%
Total	121,0	267,2	2.208	0,8%	1,2%
Clinker	1.212,0	693,3	572	8,5%	3,2%
Celulose	600,0	718,8	1.198	4,2%	3,3%
Petroleos	2.614,0	3.557,2	1.361	18,3%	16,5%
Trigo					
Brasil (MGS)	386,0	586,7	1.520	2,7%	2,8%
Paraguay	230,0	278,3	1.210	1,6%	1,3%
Total	616,0	865	1.404	4,3%	4,1%
Todos Productos	14.275,5	21.515,0	1.507	100,0%	100,0%

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

Tabla 6.13
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%
Acete 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

Tabla 6.14
Hidrovía Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos por la Hidrovía para la Situación Existente Simulada
Año de Analisis 1997

Producto País(Estado)	Flujos por la Hidrovía		Recorrido Fluvial Medio (km.)	Participación de Flujos Totales por la Hidrovía	
	Toneladas (miles)	TKU (millones)		por tonelada	por TKU
Soja en Grano					
Brasil (MG)	49,3	162,9	3.303	0,8%	2,0%
Brasil (MGS)	21,1	40,2	1.904	0,4%	0,5%
Bolivia	393,0	1.035,5	2.635	6,7%	12,8%
Paraguay	169,1	261,8	1.548	2,9%	3,3%
Argentina	214,1	166,6	778	3,6%	2,0%
Total	846,6	1.667,0	1.969	14,4%	20,5%
Torta de Soja					
Brasil (MG)	-	-	-	0,0%	0,0%
Brasil (MGS)	24,5	44,2	1.801	0,4%	0,5%
Bolivia	65,0	171,3	2.635	1,1%	2,1%
Paraguay	218,3	325,5	1.491	3,7%	4,0%
Argentina	650,0	325,7	501	11,0%	3,9%
Total	957,8	866,6	905	16,3%	10,6%
Aceite de Soja					
Brasil (MG)	-	-	-	0,0%	0,0%
Brasil (MGS)	1,9	3,4	1.801	0,0%	0,0%
Bolivia	5,0	13,2	2.635	0,1%	0,2%
Paraguay	56,2	83,9	1.491	1,0%	0,1%
Argentina	234,0	117,2	501	4,0%	1,5%
Total	297,1	217,6	732	5,0%	2,7%
Complejo de Soja					
Brasil (MG)	49,3	162,9	3.303	0,8%	2,0%
Brasil (MGS)	47,5	87,8	1.847	0,8%	1,1%
Bolivia	463,0	1.219,9	2.635	7,9%	15,0%
Paraguay	443,7	671,2	1.513	7,5%	8,3%
Argentina	1.098,1	609,5	555	18,7%	7,5%
Total	2.101,6	2.751,2	1.309	35,7%	33,8%
Hierro					
Paraguay	250,0	242,3	969	4,2%	3,0%
Argentina	1.150,0	2.487,1	2.163	19,5%	30,6%
USA	-	-	-	0,0%	0,0%
Total	1.400,0	2.729,3	1.950	23,8%	33,5%
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	1,3%	2,1%
Total	121,0	267,2	2.208	2,1%	3,3%
Clinker	555,0	317,5	572	9,4%	3,9%
Celulosa	267,0	319,9	1.198	4,5%	3,8%
Petroleos	1.216,0	1.428,0	1.174	20,7%	17,5%
Trigo					
Brasil (MGS)	158,0	240,2	1.520	2,7%	3,0%
Paraguay	69,0	83,5	1.210	1,2%	1,0%
Total	227,0	323,7	1.426	3,9%	4,0%
Total Productos	5.887,6	8.136,8	1.382	100,0%	100,0%

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 6.15
Hidrovia Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos de Carga por Modo de Transporte para la Situación Existente Simulada
Año de Analisis 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	33.8	0.0	954.2	988.0	3%	0%	97%
Paraguay	235.7	439.1	365.2	1,039.9	23%	42%	35%
Argentina	775.1	270.7	1,313.9	2,359.7	33%	11%	56%
Total	1,044.6	969.4	7,146.0	9,160.0	11%	11%	78%
Torta de Soja							
Brasil (MG)	-	10.8	3,252.4	3,263.2	0%	0%	100%
Brasil (MGS)	-	285.9	857.0	1,142.9	0%	25%	75%
Bolivia	44.6	0.1	725.3	770.0	6%	0%	94%
Paraguay	36.1	32.9	0.0	69.0	52%	48%	0%
Argentina	1,282.8	-	-	1,282.8	100%	0%	0%
Total	1,363.6	329.7	4,834.7	6,527.9	21%	5%	74%
Aceite de Soja							
Brasil (MG)	-	0.6	183.1	183.7	0%	0%	100%
Brasil (MGS)	-	16.1	48.3	64.4	0%	25%	75%
Bolivia	7.5	0.0	117.5	125.0	6%	0%	94%
Paraguay	26.7	24.3	0.0	51.0	52%	48%	0%
Argentina	461.8	-	-	461.8	100%	0%	0%
Total	496.0	41.0	348.9	885.9	56%	5%	39%
Complejo de Soja							
Brasil (MG)	-	271.1	7,948.2	8,219.3	0%	3%	97%
Brasil (MGS)	-	302.0	905.3	1,207.2	0%	25%	75%
Bolivia	86.0	0.1	1,797.0	1,883.0	5%	0%	95%
Paraguay	298.5	496.3	365.2	1,159.9	26%	43%	31%
Argentina	2,519.8	270.7	1,313.9	4,104.4	61%	7%	32%
Total	2,904.2	1,340.1	12,329.5	16,573.8	18%	8%	74%
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%
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	12,367.4	1,340.1	12,329.5	26,036.9	47%	5%	47%

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 6.16
Hidrovia Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos por la Hidrovia para la Situación Existente Simulada
Año de Análisis 2020

Producto	País (Estado)		Recorrido		Participación de Flujos	
	Toneladas	(miles)	TKU	(millones)	Fluvial Medio	(km.)
Soja en Grano	Brasil (MG)	-	-	-	-	-
	Brasil (MGS)	-	-	-	-	-
	Bolivia	33.8	89.0	365.5	1,551	2,635
	Paraguay	775.1	603.0	778	1,012	778
	Argentina	-	-	-	-	-
	Total	1,044.6	1,057.5	1,057.5	1,012	1,012
Torta de Soja	Brasil (MG)	-	-	-	-	-
	Brasil (MGS)	-	-	-	-	-
	Bolivia	44.6	117.6	53.9	2,635	2,635
	Paraguay	36.1	642.7	501	1,491	1,491
	Argentina	1,282.8	814.2	-	597	597
	Total	1,363.6	814.2	814.2	597	597
Aceite de Soja	Brasil (MG)	-	-	-	-	-
	Brasil (MGS)	-	-	-	-	-
	Bolivia	7.5	19.8	39.8	2,635	2,635
	Paraguay	26.7	231.4	501	1,491	1,491
	Argentina	461.8	291.0	-	587	587
	Total	496.0	291.0	291.0	587	587
Complejo de Soja	Brasil (MG)	-	-	-	-	-
	Brasil (MGS)	-	-	-	-	-
	Bolivia	86.0	226.5	459.1	2,635	2,635
	Paraguay	298.5	459.1	586	1,538	1,538
	Argentina	2,519.8	1,477.1	-	586	586
	Total	2,904.2	2,162.7	2,162.7	745	745
Hierro	Paraguay	767.9	744.1	969	62%	969
	Argentina	3,532.3	7,639.0	2,163	28.6%	2,163
	USA	-	-	-	0.0%	-
	Total	4,300.1	8,383.1	1,950	34.8%	1,950
Manganeso	Paraguay	6.0	5.8	969	0.0%	969
	Argentina	40.0	90.9	2,273	0.3%	2,273
	USA	121.0	170.5	2,208	1.0%	2,208
	Total	1,212.0	693.3	572	9.8%	572
Clinker						
Cellulose						
Petroleos						
Trigo	Brasil (MGS)	386.0	586.7	1,520	3.1%	1,520
	Paraguay	230.0	278.3	1,210	1.9%	1,210
	Total	616.0	865.0	1,404	5.0%	1,404
Todos Productos		12,367.4	16,647.2	1346	100.0%	1346

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 6.17
Resumen de Flujos por la Hidrovía para la Alternativa Recomendada (1997)

Puertos	Miles de Toneladas Anuales por Tramo						
	Aguas Abajo				Aguas Arriba		
	Soja	Minerales	Clinkuer	Celulosa	Petroleo	Trigo	
Cáceres (3442)	111,7	-	-	-	-	-	-
P. Quijarro (2778)	463,0	-	-	-	-	-	-
Corumbá (2762)	735,8	-	-	-	-	-	158,0
Greg. Curvo (2625)	735,8	2.521,0	-	-	-	-	158,0
P. Murinho (2235)	735,8	2.521,0	-	-	-	-	158,0
Valle Mi (2162)	735,8	2.521,0	555,0	-	-	-	158,0
Concepción (1940)	735,8	2.521,0	555,0	-	-	-	158,0
Villa Hayes (1656)	735,8	2.521,0	555,0	-	-	-	158,0
Asunción (1630)	1.447,4	2.265,0	555,0	-	1.216,0	227,0	
Villeta (1593)	1.447,4	2.265,0	555,0	-	1.216,0	227,0	
Formosa (1447)	1.447,4	2.265,0	-	-	1.216,0	227,0	
Barranqueras (1198)	1.447,4	2.265,0	-	267,0	909,0	227,0	
Reconquista (950)	2.562,7	2.265,0	-	267,0	909,0	227,0	
Santa Fé (592)	2.562,7	2.265,0	-	267,0	909,0	227,0	
Rosário (420)	2.562,7	2.265,0	-	267,0	909,0	227,0	
V. Constitución (368)	1.447,4	2.265,0	-	267,0	909,0	-	
San Nicolas (352)	1.447,4	2.265,0	-	267,0	-	-	
Nueva Palmira (139)	1.447,4	1.075,0	-	-	-	-	-

Tabla 6.18
Resumen de Flujos por la Hidrovía para la Alternativa Recomendada (2020)

Puertos	Miles de Toneladas Anuales por Tramo					
	Aguas Abajo			Aguas Arriba		
	Soja	Minerales	Clinquer	Celulosa	Petroleo	Trigo
Cáceres (3442)	-	-	-	-	-	-
P. Quijarro (2778)	1.883,0	-	-	-	-	-
Corumbá (2762)	1.883,2	-	-	-	-	386,0
Greg. Curvo (2625)	1.883,2	7.492,7	-	-	-	386,0
P. Murinho (2235)	1.883,2	7.492,7	-	-	-	386,0
Valle Mi (2162)	1.883,2	7.492,7	1.212,0	-	-	386,0
Concepción (1940)	1.883,2	7.492,7	1.212,0	-	-	386,0
Villa Hayes (1656)	1.883,2	7.492,7	1.212,0	-	-	386,0
Asunción (1630)	2.298,2	6.718,8	1.212,0	-	2.614,0	616,0
Villeta (1593)	2.298,2	6.718,8	1.212,0	-	2.614,0	616,0
Formosa (1447)	2.298,2	6.718,8	-	-	2.614,0	616,0
Barranqueras (1198)	2.298,2	6.718,8	-	600,0	2.307,0	616,0
Reconquista (950)	4.880,2	6.718,8	-	600,0	2.307,0	616,0
Santa Fé (592)	4.880,2	6.718,8	-	600,0	2.307,0	616,0
Rosário (420)	4.880,2	6.718,8	-	600,0	2.307,0	616,0
V. Constitución (368)	2.298,2	6.718,8	-	600,0	2.307,0	-
San Nicolas (352)	2.298,2	6.718,8	-	600,0	-	-
Nueva Palmira (139)	2.298,2	3.146,5	-	-	-	-

7. CONCLUSIONES - ANALISIS DE DIVISION MODAL

El análisis de una economía de transporte de gran complejidad, de vastas áreas y actividades económicas diferenciadas en cinco países, sólo se torna posible mediante la utilización de las herramientas de programación matemática de simulación actualmente disponibles. Se cree que el modelo de simulación desarrollado en los trabajos abarca de forma comprensiva y con suficiente precisión, en conjunto con los demás estudios desarrollados (determinación del área de influencia de la Hidrovía, capacidades potenciales y costos de producción de las principales commodities, y análisis y proyección de los flujos globales de transporte), la situación y características relevantes de transporte del área señalada, con énfasis y detalle especiales en el transporte hidroviario.

La calibración del modelo para los productos no cautivos de la Hidrovía ha demostrado una apropiada coincidencia con la situación real.

ANEXO 14.1.1

**INSTRUCTIVO OPERACIONAL DEL MODELO DE
TRANSPORTE**

ANEXO 14.1.1

INSTRUCTIVO OPERACIONAL DEL MODELO DE TRANSPORTE

Conceptos Generales

1. El Modelo de Transporte está programado en base al software Microsoft Excel y estructurado como una serie de archivos vinculados. Los archivos son MODEL.XLS, ANALISIS.XLS y FINANCE.XLS.
2. Las celdas donde se puede cambiar los valores de parámetros o ingresar datos son pintados amarillo. El modelo fue diseñado para eliminar la necesidad de insumos múltiples de los mismos datos y así reducir la posibilidad de errores humanos. Es importante limitar el ingreso de datos a las celdas amarillas.
3. Macros están programados para facilitar la corrida del modelo entero o de aspectos intermedios de sus distintos módulos. Seleccione del menu **Herramientas y Macro**, y después de elegir el macro deseado, marcar **Correr**.
4. El modelo comprende cuatro distintos módulos, la operación de los cuales es descripta para cada uno en las siguientes secciones. Las descripciones se pueden visualizar en los flujogramas de las figuras 2.1, 2.2, 2.3, 4.2 y 4.3 de las Secciones 14.1 y 14.2.

Módulo de Transporte Hidroviario

El resultado principal del módulo de transporte hidroviario es el costo de transporte entre un par de puertos. El módulo simula un viaje ida y vuelta de un convoy de barcas y produce el costo de transporte en precios de mercado y de cuenta en función a los parámetros que afectan la navegación y la alternativa de mejoramientos al canal de navegación. Se puede correr el modelo por un solo par de puertos o, mediante un macro programado, los 20 pares de puertos considerados en el estudio. A continuación se resumen los pasos a seguir en la corrida. El archivo MODEL.XLS contiene todas las hojas y macros descriptos.

1. Defina la alternativa a ser analizada en la hoja *Alternatives*. La estructura de la hoja es tal que permite definición de hasta 5 alternativas de mejoras al sistema de navegación. Los aspectos de las alternativas que se establecen son las dimensiones del convoy de proyecto (cantidad de barcas de largo y ancho), el calado de proyecto y las horas de navegación diaria (las cuales dependen de la existencia de ayudas a la navegación). Ingresar los datos directamente en las celdas de color amarillo.

2. Defina los parámetros que afectan la simulación de la navegación y el cálculo de los costos de transporte en la hoja *Barge* en las celdas amarillas. Los parámetros incluyen los costos de adquisición de las barcasas y empujadores, su vida útil, valor residual, tasa de interés; los costos de operación de los convoyes, incluyendo tripulación, mantenimiento, seguros, consumo de combustibles, gastos administrativos y utilidad empresarial; meses de operación anual de los equipos; y factores de corrección económica a los costos de operación.
3. Defina las características de los puertos considerados en la hoja *Ports* en las celdas amarillas, para los dos puertos de un par de puertos de interés, o para todos. Las mismas incluyen el nombre del puerto, la ubicación (en km.), la capacidad horaria actual de manejo de carga, un factor para aumentos futuros de capacidad portuaria, horas de operación portuaria y un factor de eficiencia que determina la medida en que se logre la capacidad teórica de manejo de carga.
4. Defina las condiciones de variación de los niveles de agua y su efecto sobre los calados medios para cada producto y par de puertos para una alternativa dada de calado de proyecto en la hoja *Seas*. En las celdas amarillas se establecen los 5 escenarios de nivel de agua para los tramos Corumbá-Asunción y Asunción-Santa Fe y sus probabilidades de recurrencia, y la estacionalidad de los diferentes productos. Elija entre las dos opciones del método de cálculo del calado medio: de uno de los cinco escenarios identificados o de un método probabilístico que combina los cinco ponderados por su probabilidad. Si se selecciona el método probabilístico, hay que correr el macro WaterProb. El resultado en el calado medio para cada tramo de la Hidrovía para cada tipo de producto.
5. Defina las características de los 20 pares de puertos simulados con el modelo en la hoja *Portpairs* en las celdas amarillas. Las mismas incluyen los dos puertos que integran el par, el tipo de carga manejada, el método de utilización de remolcadores (dedicado, general o modificado), y los pasos con curvas cerradas que podrán requerir el desmembramiento de convoyes grandes.
6. Elija un par de puertos para el cual un viaje será simulado en la hoja *Hidro*. En la misma hoja, indique el escenario de precios (financieros o económicos); los cobros a los usuarios en \$/tku por segmento de la Hidrovía; las suposiciones operacionales, como velocidad media de navegación, costo para movimientos de barcasas en puerto o durante desmembramiento, si se permiten topping off o reconfiguración de convoyes; y los precios diarios para cada elemento del viaje para cada método de utilización de remolcadores. Se presentan los resultados de la simulación del viaje en la parte más arriba de la hoja: el costo por tonelada y la duración del viaje.

7. Para simular los viajes de todos los 20 pares de puertos una sola vez, corra el macro Ppairs para obtener un resumen de los costos de transporte en precios financieros o PpairsE para los mismos en precios económicos. Los resultados serán resumidos en las columnas indicadas de la hoja *Portpairs*.

Módulo de División Modal

El objetivo principal del módulo de división modal es obtener una estimación de los flujos de carga transportada por los tres medios (hidroviario, carretero y ferroviario) y sus costos de transporte para cada tipo de producto y par origen-destino. Se puede correr el modelo para un solo año de análisis y alternativa, o mediante macros programados, para varios de ellos una sola vez. A continuación se describen los procedimientos de las corridas. El archivo MODEL.XLS contiene todas las hojas y macros descriptos.

1. Corra el módulo de transporte hidroviario descrito anteriormente para obtener los costos de transporte entre los 20 pares de puertos para la alternativa deseada, manteniendo los resultados en la hoja *Portpairs*.
2. Defina las características del transporte carretero en la hoja *Truck*, eligiendo el escenario de backhaul deseado en la celda amarilla.
3. Defina el costo de transporte ferroviario (expresado en \$/tku) y los otros elementos de los costos intermodales en las celdas amarillas de la hoja *Flows*. Los otros costos incluyen los de transferencia de carga entre un modo y otro (Camión-Barcaza o Camión-Ferrocarril), los costos por tonelada de los puertos fluviales, y la diferencia entre el modo hidroviario y los otros debida al tramo marítimo.
4. Elija la hipótesis de demanda en la hoja *Forecast* entre las opciones de demanda baja, media y alta.
5. Defina las distancias en los modos ferroviarios y carreteros a recorrer (para cada producto y para de puerto para los cuales estas opciones existen) e indique el par de puertos correspondiente al modo fluvial para cada producto y par OD en la hoja *Flows*. Indique el año de entrada en operación de Ferronorte a Cuiaba, el cual cambia los costos de transporte ferroviario.
6. Elija en la celda amarilla apropiada de la hoja *Flows* el método de asignación modal, entre las opciones logit (probabilística) o "todo-o-nada", ambas de las cuales dividen la carga entre los tres modos en función del costo de transporte en la celda amarilla apropiada. Se puede también modificar los coeficientes de la función logit, aunque no sería recomendable sin una completa recalibración en base a nuevos datos obtenidos sobre el transporte de productos por los tres modos.

7. Obtenga los resultados de la división modal, desglosados en detalle en las columnas indicadas de la hoja *Flows*, y resumidos en las tablas de la hojas *Product* (toneladas) y *Linkflows* (tku). La hoja *Flows* también presenta una tabla resumiendo los costos de transporte de cada modo, discriminados por sus partes principales (por modo, transferencia, diferencia del tramo marítimo).

Módulo de Análisis Económico

El módulo de análisis económico permite la evaluación de varias alternativas de mejoramientos de la Hidrovía, comparando los resultados de corridas iterativas de los módulos de transporte hidroviario y división modal para cada alternativa y año de análisis y los costos de obras de dragado y de ayudas a la navegación. El archivo principal del módulo es ANALISIS.XLS, aunque los macros programados lo integran con el archivo MODEL.XLS automáticamente. Los resultados del análisis son el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) de los flujos de beneficios y costos de las alternativas comparadas con el caso base. Para cada alternativa los beneficios y costos están calculados para 5 años horizonte (1997, 2000, 2005, 2010, 2020), de los cuales los flujos anuales están producidos por interpolación. A continuación se describen los procedimientos de las corridas. El archivo ANALISIS.XLS contiene todas las hojas y macros descriptos.

1. Ingrese los costos de obras de dragado y ayudas a la navegación, tanto para el año de apertura como para mantenimiento y operación anuales, en la hoja *DragEcon* en las celdas amarillas para cada alternativa y tramo de la Hidrovía. Dado que el mismo fue realizado para el estudio con los costos del proyecto preliminar, sólo hace falta modificar los costos si los valores cambian. Los valores están expresadas en precios financieros. Los factores de corrección económica a los costos están definidas en la misma hoja, produciendo costos económicos para cada alternativa seleccionada.
2. Eliga las cinco alternativas -- incluyéndose el caso base y la alternativa E0B0 (caso base más ayudas a la navegación) -- a ser analizadas en la hoja *Alternatives* en las celdas amarillas. Todas las alternativas disponibles están desglosadas en la misma hoja, indicando el ancho y calado de proyecto del canal de navegación de los dos tramos principales y las horas diarias de navegación. Otras características de las alternativas definidas en esta hoja son el escenario de demanda, el escenario de nivel de agua, el método de cálculo de nivel de agua, si se debería o no limitar el costo de transporte hidroviario entre un par de puertos al de la alternativa anterior (una forma de eliminar la posibilidad de beneficios negativos si un incremento de las dimensiones del canal produce costos mayores de transporte), los costos ferroviarios de los cinco años de análisis y los cobros a los usuarios por tramo.

3. Corra el macro Run3A. Dependiendo de la velocidad de la computadora, una corrida de 5 alternativas tarda entre 20 y 40 minutos. Existen tres otros macros en el archivo ANALISIS.XLS -- Run1, Run1A y Run2A -- los cuales son utilizados como macros intermedios de Run3A y no deberían correrse solos. Hay también dos hojas intermedias utilizadas durante la corrida del macro -- *DefAlt* y *LinkModel* -- que no requieren insumos directos de información ni producen resultados. Cuando se termina, oprima la tecla F9 para calcular la hoja y resumir los resultados.
4. Obtenga los resultados de la corrida en la hoja *Results*. Además de los flujos anuales de costos y beneficios, la hoja contiene una tabla de resumen con la siguiente información: descripción de las 5 alternativas; los costos de obras de dragado y ayudas a la navegación; costos de transporte y flujos de beneficios; las TIR y VAN, los flujos de carga y costos de transporte por producto; y el calado medio y costos unitarios de transporte de ciertos productos.
5. Copie la hoja de resultados a un archivo aparte para guardarlos antes de empezar otra corrida. Seleccione el rango ComparisonX y cópielo como valores y después como formato al segundo archivo. Guarde el archivo con un nombre que fácilmente permita posterior identificación. **Nunca cambie el nombre de MODELO.XLS o ANALISIS.XLS -- los mismos nombres son necesarios para correr los macros.**
6. Para calcular la distribución de los beneficios por los productos y países para cualquier alternativa, seleccione la alternativa y el año en las celdas amarillas indicadas en la hoja *Alternatives*. Corra el macro BenDist. Los resultados se encuentran en una tabla en la hoja *Producto* en el archivo MODEL.XLS. Para guardarlos, copie el rango printbendist a un archivo nuevo siguiendo el mismo procedimiento del paso 5.

Módulo de Análisis Financiero

El propósito del módulo de análisis financiero es evaluar diferentes escenarios de financiamiento de las obras de cualquier alternativas y de este modo identificar posibles políticas de cobros a los usuarios que serían viables financieramente. El archivo principal es FINANCE.XLS, y depende de información producida por el módulo de análisis económico. A continuación se describen los procedimientos de las corridas. El archivo FINANCE.XLS contiene todas las hojas y macros descriptos si no identificados de otra forma.

1. Corra el análisis económico con el macro Run3A del archivo ANALISIS.XLS y copie los resultados correspondientes (del rango InputX en la hoja *Financ*) al archivo FINANCE.XLS (el rango InputY en la hoja *Input*), también en la forma de valores y formatos. Los datos copiados incluyen: los costos de dragado y ayudas a la navegación por tramo; los TKU por tramo para los cinco años horizonte de análisis; los

costos por par de puerto sin cobros al usuario; y una descripción de las alternativas.

2. Ingrese datos adicionales en la hoja *Input* en las celdas amarillas para definir los parámetros de la evaluación financiera. Los mismos incluyen: la definición del escenario de financiamiento (contribuciones respectivas de los usuarios y gobiernos); el cobro a usuarios en \$/TKU por tramo; y la contribución de los gobiernos en el año inicial y años futuros en \$.
3. Seleccione la alternativa (de las 5 posibles) a ser analizada en la celda amarilla de la hoja *Input*. Calibre los cobros a los usuarios para cada tramo, modificando los valores iniciales en varias iteraciones hasta que la TIR de cada tramo llegue a un nivel considerado un retorno financiero razonable (por ejemplo, 10%).
4. Obtenga los resultados de la evaluación de los flujos financieros en la tabla de resumen en la hoja *Flujos*. La misma comprende los TKU, contribuciones de usuarios, contribuciones de los gobiernos, costos de obras de dragado y de las ayudas a la navegación y los flujos financieros netos (ingresos menos costos) para cada tramo y en total para los cinco años horizonte (1997, 2000, 2005, 2010 y 2020). También incluye la TIR y VAN para cada tramo y en total. Imprima la tabla de resultados, seleccionando el rango **print1**.
5. Observe el efecto de las suposiciones respecto a los cobros a los usuarios en los costos totales de transporte por par de puertos en la hoja *Puertos*. La tabla resumen presenta para cada par de puertos la siguiente información: descripción del par de puertos; el flete actual simulado con el modelo de transporte en la corrida de calibración; el costo de la alternativa sin cobros a los usuarios; el cobro total a los usuarios en \$/tonelada; el costo total pagado por los usuarios; y la diferencia entre J1 y el flete actual simulado. Imprima la tabla seleccionando el rango **print2**.

ANEXO 14.1.2

IMPRESION COMPLETA DEL MODELO DE TRANSPORTE

Key Assumptions:

Price Scenario (1=Financial, 0=Economic):	0
Barge type used:	Hatch
US Prices (adjustments for FOB Hidrovia)	
Markup (non-tariff)	20%
Markup for Tariffs	0%
Brazil Pusher Purchase Price:	
Fixed component	400.000 us\$
Variable component	980 us\$/HP
Equipment Prices (1=World Market, 2=Brazil)	1
Daily Operations	22 hours/day
Cost of fuel	
Diesel	0,22 us\$/l
Crew member Salary (all-in)	1800 us\$/month
Standby crew factor	1,35
Administration costs	20,0% of crew costs (salaries+food/lodging)
Barge operator profit	20,0% of all other daily fixed costs
Crew meals/lodging	10,0% of Salaries
Pusher HP Criteria	1: 7 IHP/Net Tonnage
Interest Rate	12,0% per annum
Fuel Consumption	0,13 l/IHP*h
Pantanal barge cost factor	1
Barge cost factor used	1
Equipment	Pusher Barge
Useful life	25 30
Residual Value	15,0% 10,0%
Repair/maintenance costs	6,0% 1,5%
Insurance costs	3,0% 1,0%

Operational period (months/year)	Full yr Navig.	Partial yr Navig.	Utilized Pusher	Barge
Hatch			7	7
Hatch (COR-CAC)			7	7
Hopper	11	9	11	11
Tanker			11	11

Economic price factors (as percentage of financial cost)

	Factor Used
Purchase Price	
US Prices	1,05
Brazil Prices	0,91
Operating Costs	
Repair/Maint.	0,91
Insurance	1,00
Salaries	0,74
Meals/lodging	0,91
Administration	0,91
Operator profit	0,00
Fuel	0,95

Corumbá-Cáceres Pusher Sizes by Alternative (HP)

Override assigned pusher	1 (0=no, 1=yes)
Barge type (Small or Jumbo)	Jumbo
Tow Size Alternative	
1 Number Barges	2 4
2 Cargo capacity (t)	1.806 3.612 7.223
3 Calculated pusher (t)	258 516 1.032
4 Assigned pusher (H)	200 600 1.000
5 Override pusher (HP)	400 400 800
6 Pusher utilized (HP)	400 400 800

Ports

Assumptions:

Days/week of operations:

Desired Port Occupancy

Assume uniform hourly capacity?

Port efficiency factor

Port Hourly Capacity Imp. Factor by Cargo Type

Granos

Minerales

Petroleos

Clinquer

Port Tariffs (us\$/ton)

Granos

Minerales

Petroleos

Clinquer

7

70%

1

(No=0, Yes=1)

0,85

1,8

1,8

1

1,5

0

0

0

0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Código Puerto	Nombre Puerto	Ubicación (km.)	Tipo de Carga	Horas Diarias Operación	Rendimiento (ton/hora)		Carga Manejada (mil toneladas)		
					Actual	Proyectado	Cargada	Descargada	Total
1	N. Palmira	139	Granos	16	300	459	-	1.969	1.969
2	N. Palmira	139	Minerales	16	600	918	-	1.477	1.477
3	Corumbá	2762	Granos	16	300	459	-	-	-
4	Corumbá	2762	Minerales	16	600	918	-	-	-
5	P. Quijarro	2762	Granos	16	300	459	1.121	-	1.121
6	Greg. Curvo	2625	Minerales	16	600	918	3.667	-	3.667
7	Rosario	420	Granos	16	300	459	125	654	779
8	San Nicolas	352	Minerales	16	600	918	-	1.592	1.592
9	Villa Hayes	1656	Minerales	16	600	918	-	375	375
10	Concepción	1940	Granos	16	300	459	269	-	269
11	Zarate	107	Petroleos	16	1000	850	1.395	-	1.395
12	Formosa	1488	Petroleos	16	1000	850	307	-	307
13	Asunción	1630	Petroleos	16	1000	850	-	1.702	1.702
14	Asunción	1630	Granos	16	300	459	514	125	639
15	Vallemi	2162	Clinquer	16	500	637.5	783	-	783
16	Villela	1590	Clinquer	16	500	637.5	-	783	783
17	Cáceres	3442	Granos	16	200	306	295	-	295
18	P. Murinho	2232	Granos	16	200	306	-	-	-
19	V. Constitución	367	Minerales	16	600	918	-	-	-
20	Barranqueras	1198	Minerales	16	600	918	600	222	822
21	Barranqueras	1198	Granos	16	300	459	424	-	424
22	Reconquista	948	Granos	16	300	459	1.120	-	1.120
23	San Lorenzo	447	Granos	16	400	612	-	1.120	1.120
24	Buenos Aires	0	Granos	16	300	459	-	600	600
25									
26									
Total							10.619	10.619	21.239

Key inputs									
Port pair ID:	2	Cost per ton:	12.11	us\$/ton					
Port of origin:	5 P. Quijarro	Load/unload:	459	tons/hour					
Port of destination:	1 N. Palmira	Load/unload:	459	tons/hour					
Commodity Type:	Granos								
Barge Type:	Hatch	Base cost per ton:	12.11	us\$/ton					
Navigation Alternative (1-5):	1	Toll per ton:	0.00	us\$/ton					
Price Scenario (1=Fin, 0=Econ):	0	Toll per ton paid:	0.00	us\$/ton					
Year	2005	Distance:	2635	km					
Commodity:	3 Soja	Duration of Round Trip	29	days	Months				
Water Level Scenario (1-5)	5	Wtd Avg Draft (m.)	SF-ASU	3,399	12				
Percent of Toll paid:	1		ASU-COR	3,325	12				
			COR-CAC	2,643	12				
Tolls by River Segment (\$us/TKU)					Maximum Barge Draft				
	Toll/TKU	Distance	Toll/ton		Hopper	3,70			
Seg1	0,0000	453	0		Other	3,40			
Seg2a	0,0000	658	0		Small	2,00			
Seg2b	0,0000	380	0		Used	3,40			
Seg3a	0,0000	542	0						
Seg3b	0,0000	590	0						
Seg4	0,0000	0	0						
Canal Tamengo	0,0000	12	0						
Total		2635	0						
Operational Assumptions									
Daily Navigation (h/day):		22							
Average Tow Speed (loaded)			10	km/hour					
Loaded			12	km/hour					
Unloaded									
Towboat hire rate									
Movements to/from fleeting area		100	us\$/barge						
Tow make-up/break-up		150	us\$/barge						
Towing method (G=General, D=Dedicated, M=Modified):		D			1				
Daily Costs by Towing Method									
1 Operation		D	G	M					
2 Load/Unload		DC7	DC5	DC7					
3 Fleet Movements		Hire	Hire	Hire					
4 Fleeting		DC7	DC5	DC5					
5 Topping Off		DC7	DC5	DC5					
6 Linehaul		DC6	DC6	DC6					
7 Tow make-up/break-up		Hire	Hire	Hire					
Topping off		Caceres	Corumba	Asuncion	Santa Fe				
Assumed (Yes, No)		Yes	No						
Load/unload rate		300	300			tons/hour			
Additional cargo handling		2,5	2,5			\$/ton			
Additional Time		1	1			hour/barge			
Fleeting (Yes=1, No=0)									
Assumed (Yes, No)		No	No	No	No				
Origin		1	1						
Intermediate			1						
Destination		0	1	1	1				
Tow reconfiguration			1						
Fleeting Time as function of linehaul		20%							
Tow splits									
Tow break/makeup time		1				hours per 4 barges			
Pantanal Barge cost factor		1							
Port operation period		22				hours/day			
Down River									
River Segment	4	3	2	1	1	2	3	4	
Up River									
Navigation characteristics									
Total distance (km)	680	1132	1040	590	590	1040	1132	680	
Linehaul distance (km)	0	1144	1038	453	453	1038	1144	0	
Linehaul speed (km/h)	6	10	10	10	12	12	12	7	
Daily hours of navigation	22	22	22	22	22	22	22	22	
Daily Costs (us\$/day)									
Pusher	DC1	-	6.049	6.049	6.049	6.049	6.049	6.049	-
Barge	DC2	-	240	240	240	240	240	240	-
Fuel	DC3	-	2.404	2.404	2.404	2404	2404	2404	0
Towboat hire	DC4	100	100	100	100	100	100	100	100
Tow (barges only)	DC5	-	3.837	3.837	3.837	3.837	3.837	3.837	-
Tow (linehaul)	DC6	-	12.290	12.290	12.290	12.290	12.290	12.290	-
Tow (waiting)	DC7	-	9.886	9.886	9.886	9.886	9.886	9.886	-
Tow characteristics									
Number long	2	4	4	4	4	4	4	4	2

Number wide	2	4	4	4	4	4	4	2
Number Barges	4	16	16	16	16	16	16	4
Barges Utilized	0	16	16	16	16	16	16	0
Long	0	4	4	4	4	4	4	0
Wide	0	4	4	4	4	4	4	0
Draft (m.)	2,643	3,325	3,399	3,399	3,399	3,399	3,325	2,643
Draft utilized	-	3,325	3,325	3,325	3,325	3,325	3,325	-
Barge capacity (tons)	1,806	1,806	1,806	1,806	0	0	0	0
Avg. barge capacity utilized	-	1,760	1,760	1,760	0	0	0	0
Tow capacity (tons)	7,223	28,892	28,892	28,892	0	0	0	0
Avg. tow capacity utilized	-	28,153	28,153	28,153	-	-	-	-
Volume Topped off	-	-	-	-	-	-	-	-
Design Pusher HP	800	4000	4000	4000	4,000	4,000	4,000	800
Pusher HP Used	0	4000	4000	4000	4,000	4,000	4,000	-
HP for Fuel	-	4,022	4,022	4,022	-	-	-	-
Cap. Util./Pusher HP Used	-	7,04	7,04	7,04	-	-	-	-
Switches								
Loading	0	1	0	0	-	-	-	-
Unloading	0	0	0	1	-	-	-	-
Topping Off	-	-	-	-	-	-	-	-
Navigation	-	1	1	1	1	1	1	-
Tow splitting	1	1	1	1	1	1	1	1
Linehaul delays	-	-	-	-	-	-	-	-
Fleeting	-	-	-	-	-	-	-	-
Origin	-	-	-	-	-	-	-	-
Intermediate	-	-	-	-	-	-	-	-
Destination	-	-	-	-	-	-	-	-
Previous (Origin)	-	-	-	-	-	-	-	-
Previous (Destination)	-	-	-	-	-	-	-	-
Movements (Origin)	-	-	-	-	-	-	-	-
Movements (Destination)	-	-	-	-	-	-	-	-
Transport time by element (days)								
Begin cycle	-	-	-	-	-	-	-	-
Fleet to dock	Hire	-	-	-	-	-	-	-
Load	DC7	-	2,79	-	-	-	-	-
Top-off	DC7	-	-	-	-	-	-	-
Dock to fleet	Hire	-	-	-	-	-	-	-
Fleet	DC7	-	-	-	-	-	-	-
Fleet to tow	Hire	-	-	-	-	-	-	-
Tow make-up	Hire	-	-	-	-	-	-	-
Linehaul	DC6	-	5,20	4,72	2,06	1,72	3,93	4,33
Tow splitting	DC6	-	0,65	-	-	-	-	0,65
Linehaul delays	Hire	-	-	-	-	-	-	-
Tow break-up	Hire	-	-	-	-	-	-	-
Tow to fleet	Hire	-	-	-	-	-	-	-
Fleet	DC7	-	-	-	-	-	-	-
Fleet to dock	Hire	-	-	-	-	-	-	-
Unload	DC7	-	-	-	2,79	-	-	-
End Cycle	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	-	8,64	4,72	4,85	1,72	3,93	4,99
	1	2	3	4	5	6	7	8
Transport cost by element (us\$'000)								
Begin cycle	-	-	-	-	-	-	-	-
Fleet to dock	Hire	-	-	-	-	-	-	-
Load	DC7	-	27,561	-	-	-	-	-
Top-off	DC7	-	-	-	-	-	-	-
Dock to fleet	Hire	-	-	-	-	-	-	-
Fleet	DC7	-	-	-	-	-	-	-
Fleet to tow	Hire	-	-	-	-	-	-	-
Tow make-up	Hire	-	-	-	-	-	-	-
Linehaul	DC6	-	63,907	57,985	25,306	21,088	48,321	53,256
Tow splitting	DC6	-	8,044	-	-	-	-	8,044
Linehaul delays	Hire	-	-	-	-	-	-	-
Tow break-up	Hire	-	-	-	-	-	-	-
Tow to fleet	Hire	-	-	-	-	-	-	-
Fleet	DC7	-	-	-	-	-	-	-
Fleet to dock	Hire	-	-	-	-	-	-	-
Unload	DC7	-	-	-	27,561	-	-	-
End Cycle	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	#####	-	99,513	57,985	52,867	21,088	48,321	61,300
Equiv. tons transported	0	28,153	28,153	28,153	28,153	28,153	28,153	0
Cost per ton	12,11	-	3,53	2,06	1,88	0,75	1,72	2,18
Cost per ton-km	0,0046	-	-	-	-	-	-	-

Hidrovia

Análisis de Costos Fluviales

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23

Características de la Alternativa

Convoy Tipo	Ancho	Largo
Tramo Santa Fe - Asunción	4	4
Tramo Asunción - Corumbá	4	4
Calado de Proyecto (m.)		
Tramo Santa Fe - Asunción	3	
Tramo Asunción - Corumbá	2,6	
Horas de Navegación Diaria	22	
Año de Análisis	2005	

Peaje 0

SF 592 1250 1630 2172 2762 3442 3500

ID	ID Puerto		Puerto de Origen	Puerto de Destino	Ubicación Puerto (km)				Distance (km) by River Segment												Length of each subsegment				Total
	Origen	Dest.			Dest.		Upper	Seg 1				Total	Seg1	Seg2a			Seg3b	Seg4	Tam						
					Origen	Dist.		Lower	Seg 2	Seg 3	Seg 4			Seg 2b	Seg 3a										
1	3	1	Corumbá	N. Palmira	2762	139	2623	139	2762	0	1132	1038	453	2623	453	658	380	542	590	0		2623			
2	5	1	P. Quijarro	N. Palmira	2762	139	2623	139	2762	0	1144	1038	453	2635	453	658	380	542	590	0	12	2635			
3	6	20	Greg. Curvo	Barranqueras	2625	1198	1427	1198	2625	0	995	432	0	1427	0	52	380	542	453	0		1427			
4	6	8	Greg. Curvo	San Nicolas	2625	352	2273	352	2625	0	995	1038	240	2273	240	658	380	542	453	0		2273			
5	10	1	Concepción	N. Palmira	1940	139	1801	139	1940	0	310	1038	453	1801	453	658	380	310	0	0		1801			
6	6	9	Greg. Curvo	Villa Hayes	2625	1656	969	1656	2625	0	969	0	0	969	0	0	0	516	453	0		969			
7	10	7	Concepción	Rosario	1940	420	1520	420	1940	0	310	1038	172	1520	172	658	380	310	0	0		1520			
8	11	13	Zarate	Asunción	107	1630	1523	107	1630	0	0	1038	485	1523	485	658	380	0	0	0		1523			
9	7	14	Rosario	Asunción	420	1630	1210	420	1630	0	0	1038	172	1210	172	658	380	0	0	0		1210			
10	15	16	Vallemi	Villeta	2162	1590	572	1590	2162	0	532	40	0	572	0	0	40	532	0	0		572			
11	17	1	Cáceres	N. Palmira	3442	139	3303	139	3442	680	1132	1038	453	3303	453	658	380	542	590	680		3303			
12	20	24	Barranqueras	Buenos Aires	1198	0	1198	0	1198	0	0	606	592	1198	592	606	0	0	0	0		1198			
13	17	3	Cáceres	Corumbá	3442	2762	680	2762	3442	680	0	0	0	680	0	0	0	0	0	680		680			
14	12	13	Formosa	Asunción	1488	1630	142	1488	1630	0	0	142	0	142	0	0	142	0	0	0		142			
15	18	1	P. Murinho	N. Palmira	2232	139	2093	139	2232	0	602	1038	453	2093	453	658	380	542	60	0		2093			
16	14	1	Asunción	N. Palmira	1630	139	1491	139	1630	0	0	1038	453	1491	453	658	380	0	0	0		1491			
17	6	2	Greg. Curvo	N. Palmira	2625	139	2486	139	2625	0	995	1038	453	2486	453	658	380	542	453	0		2486			
18	6	19	Greg. Curvo	V. Constitución	2625	367	2258	367	2625	0	995	1038	225	2258	225	658	380	542	453	0		2258			
19	21	7	Barranqueras	Rosario	1198	420	778	420	1198	0	0	606	172	778	172	606	0	0	0	0		778			
20	22	23	Reconquista	San Lorenzo	948	447	501	447	948	0	0	356	145	501	145	356	0	0	0	0		501			
Total																									

Hidrovia

Análisis de Costos Fluviales

24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40

Utilizar máximo

Tipo de Carga	Tow Method	Tipo de Barcaza	ID Prod	Tipo Producto	Capacidad Portuaria (ton/h)		Costo de transporte entre Puertos (u\$/t)		Costo máximo Costs per ton (\$us)		Costo utilizado Costs per ton (\$us)		Peaje (u\$/t)	Flujos de Carga (ton)	
					Origen	Dest	Mercado	Económico	Financial	Economic	Financial	Economic		Bajando	Subiendo
Granos	D	Hatch	3	Soja	459	459	12,96	11,50	12,96	11,50	12,96	11,50	-	-	-
Granos	D	Hatch	3	Soja	459	459	13,01	11,54	13,01	11,54	13,01	11,54	-	1.121	-
Minerales	D	Hopper	5	Minerales	918	918	4,83	4,30	4,83	4,30	4,83	4,30	-	222	-
Minerales	D	Hopper	5	Minerales	918	918	7,26	6,47	7,26	6,47	7,26	6,47	-	1.592	-
Granos	D	Hatch	3	Soja	459	459	9,60	8,51	9,60	8,51	9,60	8,51	-	39	-
Minerales	D	Hopper	5	Minerales	918	918	3,51	3,12	3,51	3,12	3,51	3,12	-	375	-
Granos	D	Hatch	4	Otros	459	459	8,64	7,66	8,64	7,66	8,64	7,66	-	-	230
Petroleos	D	Tanker	4	Otros	850	850	6,12	5,49	6,12	5,49	6,12	5,49	-	-	1.395
Granos	D	Hatch	4	Otros	459	459	7,09	6,28	7,09	6,28	7,09	6,28	-	-	125
Clinquer	D	Hopper	4	Otros	637,5	637,5	2,76	2,45	2,76	2,45	2,76	2,45	-	783	-
Granos	M	Hatch (C)	1	Soja en Grano	306	459	22,34	19,70	23,29	20,45	22,34	19,70	-	295	-
Minerales	D	Hatch	3	Soja	918	459	6,47	5,74	6,47	5,74	6,47	5,74	-	600	-
Granos	D	Hatch (C)	1	Soja en Grano	306	459	8,43	7,13	9,23	7,75	8,43	7,13	-	-	-
Petroleos	D	Tanker	4	Otros	850	850	1,45	1,29	1,45	1,29	1,45	1,29	-	-	307
Granos	D	Hatch	3	Soja	306	459	11,35	10,06	11,35	10,06	11,35	10,06	-	-	-
Granos	D	Hatch	3	Soja	459	459	8,21	7,27	8,21	7,27	8,21	7,27	-	514	-
Minerales	D	Hopper	5	Minerales	918	918	7,87	7,02	7,87	7,02	7,87	7,02	-	1.477	-
Minerales	D	Hopper	5	Minerales	918	918	7,21	6,43	7,21	6,43	7,21	6,43	-	-	-
Granos	D	Hatch	3	Soja	459	459	5,35	4,73	5,35	4,73	5,35	4,73	-	424	-
Granos	D	Hatch	2	Torta de Soja	459	612	3,96	3,50	3,96	3,50	3,96	3,50	-	1.120	-
													-	8.562	2.057
															10.619

Hidrovia

57

Alternatives

Cargo Volume Factor	0,87								
	Other	Hopper	Small						
Typical Barge Length	60,00	60,00	40,00	meters					
Typical Barge Width	12,00	12,00	10,00	meters					
Maximum Draft	3,40	3,70	2,00	meters					
Tare	324	324	168	tons					
Tare draft	0,45	0,45	0,42	meters					
Cargo Capacity	1.806	1.994	528	tons					
Pusher HP requirement	7,00	tons per HP							
Barge Type Assumed	Hatch	3,4 m. max draft							
Navigation Hours	22	Corumba-NP							
	22	CAC-COR							
Barge Capacity (t)	1.806								
Alternativa a ser analizada									
Corumbá-Nueva Palmira	E2E1								
Cáceres-Corumbá	A1								
	Improvement Alternative								
	1	2	3	4	5	1	Largo de	Máximo	
Number Long						2	Proyecto	Largo	
Segment 1	4	4	4	4	5	3	5	4	
Segment 2	4	4	4	4	5	4	5	4	
Segment 3	4	4	4	4	5	5	4	4	
Segment 4	2	1	1	1	1	6	2	2	
Number Wide						7			
Segment 1	4	4	4	4	4	8			
Segment 2	4	4	4	4	4	9			
Segment 3	4	3	4	4	4	10			
Segment 4	2	2	2	2	2	11			
Number Barges						12			
Segment 1	16	16	16	16	20	13			
Segment 2	16	16	16	16	20	14			
Segment 3	16	12	16	16	20	15			
Segment 4	4	2	2	2	2	16			
Design Draft (m.)						17			
Segment 1	3	2	2,6	2,6	2,6	18			
Segment 2	3	2	2,6	2,6	2,6	19			
Segment 3	2,6	2	2,6	2,6	2	20			
Segment 4	1,5	1,8	1,8	1,8	1,8	21			
Daily Navigation Hours						22			
Segment 1	22	22	22	22	22	23			
Segment 2	22	22	22	22	22	24			
Segment 3	22	22	22	22	22	25			
Segment 4	22	18	18	18	18	26			
Pusher Assigned (HP)						27			
Segment 1	4.000	4.000	4.000	4.000	5.000	28			
Segment 2	4.000	4.000	4.000	4.000	5.000	29			
Segment 3	4.000	3.000	4.000	4.000	5.000	30			
Segment 4	800	400	400	400	400	31			
Max Cargo Capacity per Barge (ton)						32			
Segment 1	1.806	1.806	1.806	1.806	1.806	33			
Segment 2	1.806	1.806	1.806	1.806	1.806	34			
Segment 3	1.806	1.806	1.806	1.806	1.806	35			
Segment 4	1.806	1.806	1.806	1.806	1.806	36			
Barge Tow Cargo Capacity Fully Loaded (tons)						37			
Segment 1	28.892	28.892	28.892	28.892	36.115	38			
Segment 2	28.892	28.892	28.892	28.892	36.115	39			
Segment 3	28.892	21.669	28.892	28.892	36.115	40			
Segment 4	7.223	3.612	3.612	3.612	3.612	41			
Calculated Pusher HP						42			
Segment 1	4.127	4.127	4.127	4.127	5.159	43			
Segment 2	4.127	4.127	4.127	4.127	5.159	44			
Segment 3	4.127	3.096	4.127	4.127	5.159	45			
Segment 4	1.032	516	516	516	516	46			
Tow Splitting by Curve No.						47			
1	1	1	1	1	1	48			
2	1	1	1	1	1	49			
3	1	1	1	1	1	50			
4	1	1	1	1	1	51			
5	1	1	1	1	1	52			
6	1	1	1	1	1	53			
0	1	1	1	1	1	54			

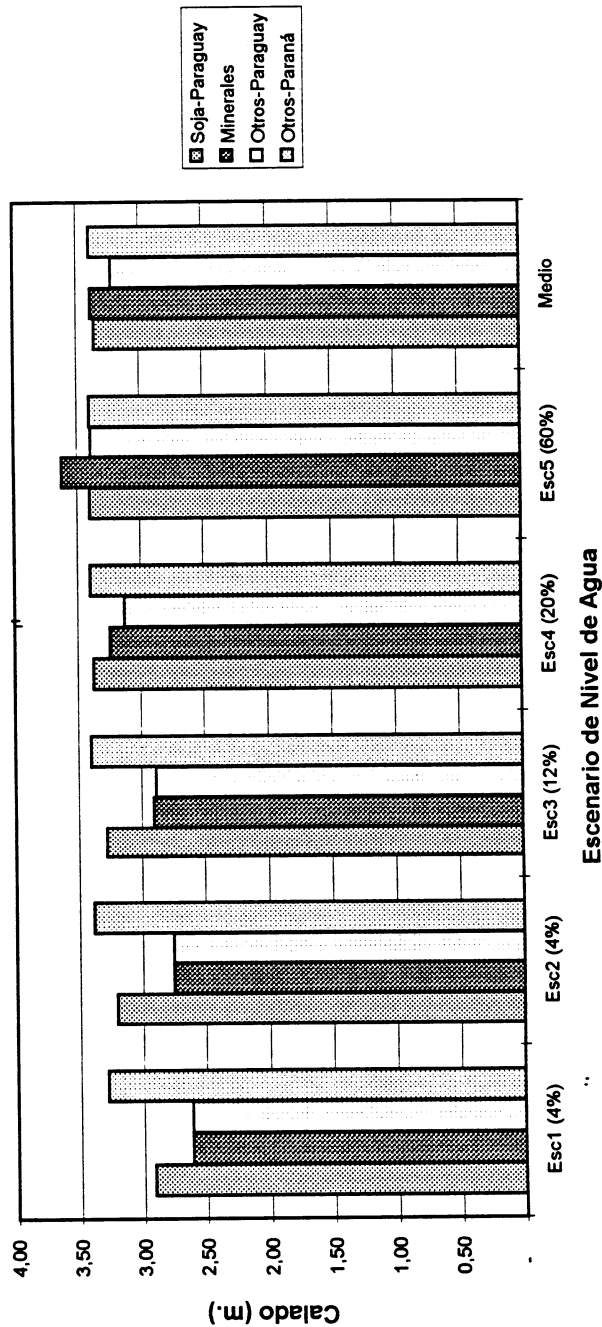
Assumptions																				
Navigation alternative:	1												Water level scenario probabilities							
Navigation Conditions	SF-ASU				ASU-CO				COR-CAC				Escenario				Probability			
Design draft (m):	3,00				2,60				1,50				1				4,0%			
Escenario de nivel de agua (1-5)	3,00				2,60				1,50				2				4,0%			
Calado mín. de navegación (m.):	3,00				2,60				1,50				3				12,0%			
Método de cálculo de calado ponderado	3,00				2,60				1,50				4				20,0%			
(0=escenario seleccionado; 1=probabilístico)	3,00				2,60				1,50				5				60,0%			
Corumbá-Cáceres Barcaza Tipo	3,00				2,60				1,50				Total				100,0%			
Recurrencias de niveles de agua	1				2				3				4				5			
	Jan				Feb				March				April				May			
Santa Fe-Asunción																				
1	(0,02)				0,91				0,85				0,98				0,49			
2	0,34				0,92				1,10				1,17				0,75			
3	0,47				1,40				1,31				1,57				0,90			
4	1,17				1,60				1,56				1,69				1,48			
5	1,65				2,03				1,99				1,81				1,98			
Asunción-Corumbá																				
1	(0,47)				0,15				0,31				0,56				0,68			
2	(0,01)				0,30				0,56				0,71				0,79			
3	0,14				0,52				0,65				0,84				0,94			
4	0,36				0,65				1,03				1,43				1,51			
5	0,89				1,21				1,55				1,93				2,37			
Corumbá-Cáceres																				
1	(0,08)				0,23				0,34				0,46				0,48			
2	0,14				0,31				0,35				0,66				0,55			
3	0,19				0,33				0,54				0,73				0,57			
4	0,33				0,61				0,62				1,07				1,15			
5	0,53				0,98				1,41				2,14				2,26			
Niveles de agua mensuales utilizados																				
SF-ASU	1,65				2,03				1,99				1,81				1,98			
ASU-COR	0,89				1,21				1,55				1,93				2,37			
COR-CAC	0,53				0,98				1,41				2,14				2,26			
Maximum available draft (m.)																				
SF-ASU	4,65				5,03				4,99				4,81				4,98			
ASU-COR	3,49				3,81				4,15				4,53				4,97			

	COR-CAC	2,03	2,48	2,91	3,64	3,76	3,23	2,66	2,31	2,30	2,27	2,03	2,05	Total
Navegación permitida														
SF-ASU	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
ASU-COR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
COR-CAC	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Seasonality of Cargo Flows														
	Jan	Feb	March	April	May	June	July	August	Sept	Oct	Nov	Dec	Total	
Distribución mensual porcentual por producto (SF-COR)														
70% 1 Soja en Grano	0,6%	2,6%	17,7%	17,7%	17,7%	17,7%	17,7%	6,4%	1,2%	0,2%	0,6%	0,1%	100%	
30% 2 Torta de Soja	5,6%	5,7%	8,4%	12,7%	11,3%	12,1%	10,3%	9,0%	7,5%	6,5%	6,5%	4,3%	100%	
3 Soja	2,1%	3,5%	14,9%	16,2%	15,7%	16,0%	15,4%	7,2%	3,1%	2,1%	2,4%	1,3%	100%	
4 Otros	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	100%	
5 Minerales	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	100%	
Distribución mensual porcentual por producto (COR-CAC)														
70% 1 Soja en Grano	0,0%	12,7%	19,1%	19,1%	19,1%	15,0%	15,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100%	
30% 2 Torta de Soja	5,6%	5,7%	8,4%	12,7%	11,3%	12,1%	10,3%	9,0%	7,5%	6,5%	6,5%	4,3%	100%	
3 Soja	1,7%	10,6%	15,9%	17,2%	16,8%	14,1%	13,6%	2,7%	2,3%	2,0%	2,0%	1,3%	100%	
4 Otros	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	100%	
5 Minerales	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	100%	
Calado Utilizado (m.)													Max. Avail.	
SF-ASU													Draft	Denom.
1 Soja en Grano	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	1,00
2 Torta de Soja	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	1,00
3 Soja	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	1,00
4 Otros	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	1,00
5 Minerales	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,70	1,00
ASU-COR														
1 Soja en Grano	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,39	3,26	1,00
2 Torta de Soja	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,39	3,26	1,00
3 Soja	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,39	3,26	1,00
4 Otros	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,39	3,26	1,00
5 Minerales	3,49	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,39	3,26	1,00
COR-CAC														
1 Soja en Grano	2,03	2,48	2,91	3,4	3,4	3,4	2,66	2,31	2,3	2,27	2,03	2,05	3,40	1,00
2 Torta de Soja	2,03	2,48	2,91	3,4	3,4	3,4	2,66	2,31	2,3	2,27	2,03	2,05	3,40	1,00
3 Soja	2,03	2,48	2,91	3,4	3,4	3,4	2,66	2,31	2,3	2,27	2,03	2,05	3,40	1,00
4 Otros	2,03	2,48	2,91	3,4	3,4	3,4	2,66	2,31	2,3	2,27	2,03	2,05	3,40	1,00

	5	Minerales	2,03	2,48	2,91	3,4	3,4	3,23	2,66	2,31	2,3	2,27	2,03	2,05	3,40	1,00
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Calculation of Weighted Average draft utilized for selected water level scenario															
	SF-ASU															
	1	Soja en Grano	0,02	0,09	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,22	0,04	0,01	0,02	0,00	3,40	3,40
	2	Torta de Soja	0,19	0,19	0,29	0,43	0,38	0,41	0,35	0,30	0,26	0,22	0,22	0,15	3,40	3,40
	3	Soja	0,07	0,12	0,51	0,55	0,54	0,54	0,53	0,24	0,11	0,07	0,08	0,05	3,40	3,40
	4	Otros	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	3,40	3,40
	5	Minerales	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	3,70	3,70
	ASU-COR															
	1	Soja en Grano	0,02	0,09	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,22	0,04	0,01	0,02	0,00	3,40	3,40
	2	Torta de Soja	0,19	0,19	0,29	0,43	0,38	0,41	0,35	0,30	0,26	0,22	0,22	0,14	3,39	3,39
	3	Soja	0,07	0,12	0,51	0,55	0,54	0,54	0,53	0,24	0,11	0,07	0,08	0,04	3,40	3,40
	4	Otros	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27	3,39	3,39
	5	Minerales	0,29	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,28	0,27	3,62	3,62
	COR-CAC															
	1	Soja en Grano	-	0,31	0,56	0,65	0,65	0,48	0,40	-	-	-	-	-	3,05	3,05
	2	Torta de Soja	0,11	0,14	0,24	0,43	0,38	0,39	0,27	0,21	0,17	0,15	0,13	0,09	2,73	2,73
	3	Soja	0,03	0,26	0,46	0,58	0,57	0,46	0,36	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	2,96	2,96
	4	Otros	0,17	0,21	0,24	0,28	0,28	0,27	0,22	0,19	0,19	0,19	0,17	0,17	2,59	2,59
	5	Minerales	0,17	0,21	0,24	0,28	0,28	0,27	0,22	0,19	0,19	0,19	0,17	0,17	2,59	2,59
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
	Calculation of Weighted Average draft utilized for all water level scenarios															
	Wtd. Avg.															
	Used															
	Esc1 Esc2 Esc3 Esc4 Esc5 Wtd Avg.															
	SF-ASU															
	1	Soja en Grano	3,39	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40						
	2	Torta de Soja	3,31	3,39	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40						
	3	Soja	3,37	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40						
	4	Otros	3,28	3,39	3,40	3,40	3,40	3,39	3,39	3,39						
	5	Minerales	3,39	3,57	3,65	3,70	3,70	3,68	3,68	3,68						
	ASU-COR															
	1	Soja en Grano	2,91	3,21	3,28	3,37	3,40	3,35	3,35	3,35						
	2	Torta de Soja	2,72	2,88	2,99	3,19	3,39	3,26	3,26	3,26						
	3	Soja	2,86	3,11	3,19	3,32	3,40	3,32	3,32	3,32						
	4	Otros	2,61	2,75	2,89	3,13	3,39	3,22	3,22	3,22						
	5	Minerales	2,61	2,76	2,91	3,25	3,62	3,38	3,38	3,38						

COR-CAC		Esc1 (4%)	Esc2 (4%)	Esc3 (12%)	Esc4 (20%)	Esc5 (60%)	Medio
1	Soja en Grano	1,93	1,98	2,06	2,34	3,05	2,70
2	Torta de Soja	1,94	2,01	2,08	2,27	2,73	2,50
3	Soja	1,93	1,99	2,07	2,32	2,96	2,64
4	Otros	1,93	1,97	2,04	2,18	2,59	2,39
5	Minerales	1,93	1,97	2,04	2,18	2,59	2,39
		Esc1 (4%)	sc2 (4%)	sc3 (12)	sc4 (20)	sc5 (60)	Medio
	Soja-Paraguay	2,91	3,21	3,28	3,37	3,40	3,35
	Minerales	2,61	2,76	2,91	3,25	3,62	3,38
	Otros-Paraguay	2,61	2,75	2,89	3,13	3,39	3,22
	Otros-Paraná	3,28	3,39	3,40	3,40	3,40	3,39

Calado Medio de Navegación



REGION REGION REGION REGION REGION REGION REGION
MGR MGS BOL PAR ARG USA TOT
COST COST COST

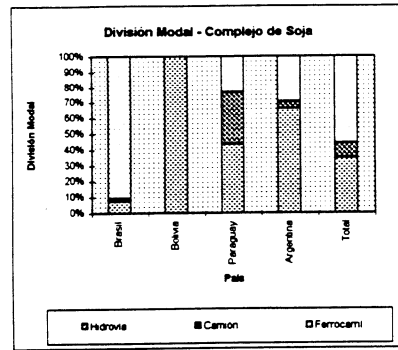
Hidrovia Paraguay-Paraná

Distribución de Beneficios por Producto y País

Año de Analisis 2005

Alternativa E2E1

Producto	Costo Total de Transporte (U\$ mil)			Participación Porcentual		
	Caso Base	E2E1	Ahorro	Derivado	Total	
Soja en Grano						
Brasil (MG)	204.390,9	204.390,9	-	0,0%	0,0%	68.610,9
Brasil (MGS)	-	-	-	0,0%	0,0%	-
Bolivia	34.932,8	31.740,7	3.192,1	12,0%	8,9%	28.720,8
Paraguay	29.947,0	29.383,0	564,0	2,1%	1,8%	23.878,9
Argentina	51.962,9	51.338,6	624,3	2,4%	1,7%	26.713,4
Total	321.233,6	316.853,1	4.380,5	16,5%	12,2%	147.923,9
Torta de Soja						
Brasil (MG)	90.450,1	90.450,1	-	0,0%	0,0%	62.484,0
Brasil (MGS)	26.377,9	26.355,8	22,2	0,1%	0,1%	27.927,6
Bolivia	31.911,8	29.423,6	2.488,1	9,4%	6,9%	7.623,3
Paraguay	1.867,5	1.804,6	62,9	0,2%	0,2%	8.818,1
Argentina	18.515,3	17.959,8	555,5	2,1%	1,5%	11.527,7
Total	169.122,6	165.993,9	3.128,7	11,8%	8,7%	118.380,7
Acete de Soja						
Brasil (MG)	5.093,0	5.093,0	-	0,0%	0,0%	4.243,7
Brasil (MGS)	1.485,3	1.484,0	1,2	0,0%	0,0%	1.896,8
Bolivia	5.072,8	4.666,9	405,9	1,5%	1,1%	1.028,9
Paraguay	1.380,3	1.333,9	46,5	0,2%	0,1%	2.480,6
Argentina	6.665,5	6.465,5	200,0	0,8%	0,6%	4.150,0
Total	19.696,9	19.045,2	651,6	2,5%	1,8%	13.799,9
Complejo de Soja						
Brasil (MG)	299.933,9	299.933,9	-	0,0%	0,0%	135.338,6
Brasil (MGS)	27.863,2	27.839,8	23,4	0,1%	0,1%	29.824,4
Bolivia	71.917,4	65.833,2	6.084,2	22,9%	16,9%	37.373,0
Paraguay	33.194,8	32.521,5	673,3	2,5%	1,9%	35.177,5
Argentina	77.143,7	75.763,9	1.379,9	5,2%	3,8%	42.391,0
Total	510.053,0	501.892,3	8.160,6	30,7%	22,7%	280.104,5
Hierro (de Brasil)						
Paraguay	7.753,7	6.621,7	1.132,0	4,3%	3,1%	3.185,1
Argentina	52.863,3	41.285,4	11.597,9	43,7%	32,3%	19.859,0
USA	-	-	-	0,0%	0,0%	-
Total	60.636,9	47.907,0	12.729,9	47,9%	35,4%	23.044,1
Manganeso (de Brasil)						
Paraguay	60,6	51,7	8,8	0,0%	0,0%	51,7
Argentina	616,9	478,9	138,0	0,5%	0,4%	478,9
USA	1.156,7	897,9	258,8	1,0%	0,7%	897,9
Total	1.834,1	1.428,5	405,7	1,5%	1,1%	1.428,5
Cinquer	9.502,7	8.419,7	1.083,0	4,1%	3,0%	5.439,5
Celulosa	7.018,3	6.443,1	575,1	2,2%	1,6%	6.443,1
Petroleos	16.961,4	14.374,6	2.586,8	9,7%	7,2%	8.909,8
Trigo (de Argentina)						
Brasil (MGS)	5.660,6	4.885,6	775,2	2,9%	2,2%	2.911,1
Paraguay	2.841,6	2.593,3	248,2	0,9%	0,7%	1.409,4
Total	8.502,4	7.478,9	1.023,5	3,9%	2,8%	4.320,5
Ahorros de tráfico derivado	614.508,9	587.944,2	26.564,7	100,0%	73,9%	329.690,0
Otros Beneficios						
Tráfico generado						
Hierro de Brasil			5.795,2		16,1%	
Valor de seguros						
Hierro de Brasil	3.583,4	-	3.583,4		10,0%	
Total otros Beneficios			9.378,7		26,1%	
Total Beneficios			35.943,4		100,0%	



Hidrovia Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos de Carga por Modo de Transporte para la Alternativa Recomendada
Año de Analisis 2005

Producto País (Estado)	Flujos por modo (mil ton)				División Modal		
	Hidrovia	Camion	Ferrocami	Total	Hidrovia	Camion	Ferrocami
Soja en Grano							
Brasil (MG)	295,3	74,4	1.314,8	1.684,5	18%	4%	78%
Brasil (MGS)	-	-	-	-	0%	0%	0%
Bolivia	894,0	0,0	0,0	894,0	100%	0%	0%
Paraguay	274,5	273,8	298,7	845,1	32%	32%	35%
Argentina	423,7	108,3	695,8	1.227,7	35%	9%	57%
Total	1.887,5	456,5	2.307,3	4.651,4	41%	10%	50%
Torta de Soja							
Brasil (MG)	-	7,5	2.248,8	2.254,3	0%	0%	100%
Brasil (MGS)	0,2	292,4	918,5	1.211,1	0%	24%	76%
Bolivia	200,0	0,0	0,0	200,0	100%	0%	0%
Paraguay	218,7	120,3	0,0	337,0	64%	36%	0%
Argentina	823,4	-	-	823,4	100%	0%	0%
Total	1.240,3	420,1	3.185,2	4.825,7	26%	9%	66%
Acete de Soja							
Brasil (MG)	-	0,5	152,8	153,1	0%	0%	100%
Brasil (MGS)	0,0	19,9	62,4	82,3	0%	24%	76%
Bolivia	27,0	0,0	0,0	27,0	100%	0%	0%
Paraguay	61,3	33,7	0,0	95,0	65%	35%	0%
Argentina	296,4	-	-	296,4	100%	0%	0%
Total	384,8	54,0	215,0	653,8	59%	8%	33%
Complejo de Soja							
Brasil (MG)	295,3	82,4	3.714,2	4.091,9	7%	2%	91%
Brasil (MGS)	0,2	312,3	980,9	1.293,3	0%	24%	76%
Bolivia	1.121,0	0,0	0,0	1.121,0	100%	0%	0%
Paraguay	552,8	427,8	298,7	1.277,1	43%	33%	23%
Argentina	1.543,5	108,3	695,8	2.347,5	66%	5%	30%
Total	3.512,8	930,7	5.687,6	10.130,8	35%	9%	56%
Hierro							
Paraguay	369,4			369,4	100%	0%	0%
Argentina	1.699,1			1.699,1	100%	0%	0%
USA	1.477,5			1.477,5	100%	0%	0%
Total	3.545,9			3.545,9	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%
Cinquer	783,0			783,0	100%	0%	0%
Celulose	600,0			600,0	100%	0%	0%
Petroleos	1.702,0			1.702,0	100%	0%	0%
Trigo							
Brasil (MGS)	230,0			230,0	100%	0%	0%
Paraguay	125,0			125,0	100%	0%	0%
Total	355,0			355,0	100%	0%	0%
Todos Productos	10.619,4	930,7	5.687,6	17.237,7	62%	5%	33%

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

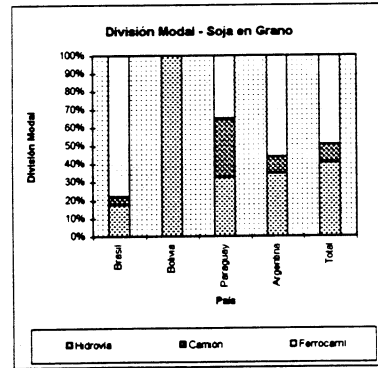
Soja en Grano	Hidrovia	Camión	Ferrocami
Brasil	18%	4%	78%
Bolivia	100%	0%	0%
Paraguay	32%	32%	35%
Argentina	35%	9%	57%
Total	41%	10%	50%

Torta de Soja	Hidrovia	Camión	Ferrocami
Brasil	0%	0%	100%
Bolivia	100%	0%	0%
Paraguay	64%	36%	0%
Argentina	100%	0%	0%
Total	26%	9%	66%

Acete de Soja	Hidrovia	Camión	Ferrocami
Brasil	0%	0%	100%
Bolivia	100%	0%	0%
Paraguay	65%	35%	0%
Argentina	100%	0%	0%
Total	59%	8%	33%

Complejo de Soja	Hidrovia	Camión	Ferrocami
-------------------------	-----------------	---------------	------------------

Brasil	7%	2%	91%
Bolivia	100%	0%	0%
Paraguay	43%	33%	23%
Argentina	88%	5%	30%
Total	35%	9%	56%

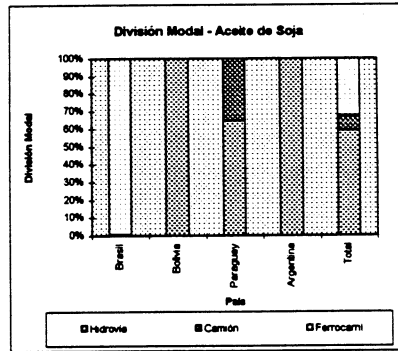
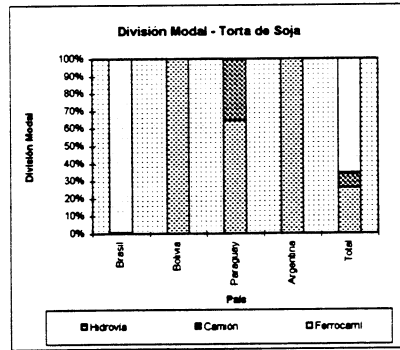


Hidrovia Paraguay-Paraná
Resumen de Flujos por la Hidrovia para la Alternativa Recomendada
Año de Analisis 2005

Producto País(Estado)	Flujos por la Hidrovia		Recomdo Fluvial Medio (km.)	Participación de Flujos Totales por la Hidrovia	
	Toneladas (miles)	TKU (millones)		por tonelada	por TKU
Soja en Grano					
Brasil (MG)	295,3	975,2	3.303	2,8%	5,6%
Brasil (MGS)	-	-	-	0,0%	0,0%
Bolivia	894,0	2.355,7	2.635	8,4%	13,5%
Paraguay	274,5	421,3	1.535	2,6%	2,4%
Argentina	423,7	329,6	778	4,0%	1,9%
Total	1.887,5	4.081,9	2.163	17,8%	23,5%
Torta de Soja					
Brasil (MG)	-	-	-	0,0%	0,0%
Brasil (MGS)	0,2	0,3	1.801	0,0%	0,0%
Bolivia	200,0	527,0	2.635	1,9%	3,0%
Paraguay	216,7	323,2	1.491	2,0%	1,9%
Argentina	823,4	412,5	501	7,8%	2,4%
Total	1.240,3	1.263,0	1.018	11,7%	7,3%
Aceite de Soja					
Brasil (MG)	-	-	-	0,0%	0,0%
Brasil (MGS)	0,0	0,0	1.801	0,0%	0,0%
Bolivia	27,0	71,1	2.635	0,3%	0,4%
Paraguay	61,3	91,4	1.491	0,6%	0,5%
Argentina	296,4	148,5	501	2,8%	0,9%
Total	384,8	311,1	809	3,6%	1,8%
Complejo de Soja					
Brasil (MG)	295,3	975,2	3.303	2,8%	5,6%
Brasil (MGS)	0,2	0,4	1.801	0,0%	0,0%
Bolivia	1.121,0	2.953,8	2.635	10,6%	17,0%
Paraguay	552,6	835,9	1.513	5,2%	4,8%
Argentina	1.543,5	890,7	577	14,5%	5,1%
Total	3.512,6	5.656,0	1.610	33,1%	32,5%
Hierro					
Paraguay	369,4	357,9	969	3,5%	2,1%
Argentina	1.699,1	3.674,5	2.163	16,0%	21,1%
USA	1.477,5	3.673,0	2.486	13,9%	21,1%
Total	3.545,9	7.705,4	2.173	33,4%	44,3%
Manganeso					
Paraguay	6,0	5,8	969	0,1%	0,0%
Argentina	40,0	90,9	2.273	0,4%	0,5%
USA	75,0	170,5	2.273	0,7%	1,0%
Total	121,0	267,2	2.208	1,1%	1,5%
Cinquer	783,0	447,9	572	7,4%	2,6%
Celulose	600,0	718,8	1.198	5,7%	4,1%
Petroleos	1.702,0	2.168,2	1.274	16,0%	12,5%
Trigo					
Brasil (MGS)	230,0	349,6	1.520	2,2%	2,0%
Paraguay	125,0	151,3	1.210	1,2%	0,9%
Total	355,0	437,7	1.233	3,3%	2,5%
Todos Productos	10.619,4	17.401,1	1.639	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



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32

Intermodal Transfer Costs (us\$/ton)										Rail										Assignment (1=Logit, 2=all or nothing):									
Mode										Year Ferromore reaches Ciudad										1									
Total										Ferroport Resto Sistema																			
1,5										Financial																			
5										Economic																			
5										0,0153																			
5										0,0153 us\$/ton-km																			
5										0,0153 us\$/ton-km																			
5										Truck Cost Formal Cost=(A*exp(B)/(Dist*(C)) (Dist																			
5										Financial										dJ=AD-A1*dC									
5										A										Constants									
5										37,80										A0 A1									
5										30,90										Public v. Private									
5										0,93										Mode Choice									
5										0,74										2,02									
5										0,83										0,24									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83										0									
5										0,83																			

Mineral de Hierro									
	1994	1997	2000	2005	2010	2020			
Zona									
0 41 Valle Mi	0	23	30	38	61	2020	0	986	9,01
0 43 Asunción	230	230	434	706			0	986	9,01
0 58 San Nicolás	800	928	1182	1509	2457		0	2273	12,76
0 59 Buenos Aires	200	200	232	295	377	614	0	2273	12,76
0 20 Jujuy	150	174	222	283			0	1427	10,33
0 2 66 USA	0	1000	1158	1477	1886	3072	0	2466	13,37
Total	1400	2400	2778	3546	4528	7372			
Manganeso									
	1994	1997	2000	2005	2010	2020			
Zona									
0 43 Asunción	0	0	0	0	0	0	0	940	9,01
0 58 San Nicolás	0	40	40	40	40	40	0	2273	12,76
0 66 USA	75	75	75	75	75	75	0	2273	12,76
Total	121	121	121	121	121	121			
Chiquero									
	1994	1997	2000	2005	2010	2020			
Zona									
0 43 Asunción	508	555	640	783	928	1212	0	572	7,26
Total	508	555	640	783	928	1212			
Callosa									
	1994	1997	2000	2005	2010	2020			
Zona									
0 52 Corrientes	287	287	800	600	600	600	0	1106	11,47
Total	287	287	800	600	600	600			
Petroleo									
	1994	1997	2000	2005	2010	2020			
Zona									
0 59 Buenos Aires	885	909	1091	1395	1699	2307	0	1523	6,82
0 13 61 Salta	307	307	307	307	307	307	0	142	1,95
Total	1192	1216	1398	1702	2006	2614			
Trigo									
	1994	1997	2000	2005	2010	2020			
Zona									
0 7 19 Campo Grande	80	80	100	117	136	178	0	1520	14,14
0 7 21 Dourados	88	88	87	113	142	208	0	1520	14,14
0 14 61 Asunción	62	62	90	125	160	230	0	1210	12,59
Total	(204)	(227)	(277)	(355)	(438)	(616)			
Todos									
	1994	1997	2000	2005	2010	2020			
Zona									
Todos	(9.260)	(12.080)	(14.000)	(17.238)	(20.967)	(28.106)			

Results for year: 2005

Cost per Unit of Freight (in \$ thousands)										Cargo Flows (in thousands tons)										Mode Shares										REGION										COST										PAIR										FLOW										TKU										CARR										FERRO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Mode Split Used					Economic unit costs per Mode					Total Transport Cost (in \$ thousands)					Cargo Flows (in thousands tons)					Mode Shares					Mode 1					Mode 2					Mode 3					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge					Truck					Rail					Barge				

Mode Split Used		Economic unit costs per Mode			TotalTransport Cost (in \$ thousands)			Cargo Flows (thousand tons)			Mode Shares		Mode 2		Mode 3		REGION		COST		PAIR		FLOW		TKU		CARR		FERRO		
Mode 1	Mode 2	Mode 3	Truck	Rail	Barge	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Truck	Rail	Barge	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Truck	Rail	0.0 MGR	0.0 MGR	41015.4	41015.4	11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.94	
0%	0%	100%	55.22	28.83	41.99	41,015	47,887	1,420	0.0	2.9	1417.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 MGR	0.0 MGR	21468.6	21468.6	11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.55	
1%	99%	0%	48.83	25.61	42.39	21,469	25,049	834	0.0	4.5	829.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 MGR	0.0 MGR	7162.3	7162.3	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.02	
2%	98%	0%	39.89	21.73	39.74	7,162	8,359	323	0.0	8.0	314.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 MGS	0.0 MGS	9451.7	9451.7	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.78	
10%	80%	0%	28.78	15.38	50.15	9,452	11,071	565	0.0	56.8	508.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 MGS	0.0 MGS	11313.7	11313.7	5	0.2	0.3	227.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
70%	29%	0%	35.70	33.45	34.42	11,314	13,771	323	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2 MGS	0.2 MGS	1631.3	1631.3	2	74.0	185.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
0%	0%	100%	61.97	28.83	22.04	1,631	1,740	74	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.0 BOL	74.0 BOL	5992.0	5992.0	2	126.0	332.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
0%	0%	100%	82.28	36.78	47.56	5,992	4,457	126	126.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	126.0 BOL	126.0 BOL	2014.6	2014.6	18	110.8	185.2	1.23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1%	0%	99%	37.33	35.07	17.77	2,015	2,129	112	110.8	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	110.8 PAR	110.8 PAR	6803.4	6803.4	18	106.0	158.0	119.03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
53%	0%	47%	31.84	35.38	28.44	8,803	7,962	225	106.0	119.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	106.0 PAR	106.0 PAR	11527.7	11527.7	20	823.4	412.5	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
0%	0%	100%	14.00	14.00	14.00	11,528	7,782	823	823.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	823.4 ARG	823.4 ARG	118380.7	118380.7	0.0	0.0	1240.3	1283.0	420.1	3165.2					3165.2
						(118,381)	(130,217)	(4,626)	(1,240)	420.1	3165.2						1,240.3 TOT	1,240.3 TOT			0.0	0.0									

Mode Split Used		Economic unit costs per Mode			TotalTransport Cost (in \$ thousands)			Cargo Flows (thousand tons)			Mode Shares		Mode 2		Mode 3		REGION		COST		PAIR		FLOW		TKU		CARR		FERRO		
Mode 1	Mode 2	Mode 3	Truck	Rail	Barge	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Truck	Rail	Barge	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Truck	Rail	0.0 MGR	0.0 MGR	21785.6	21785.6	11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	
0%	100%	0%	55.22	28.83	41.99	41,990	2,786	3,252	96	0.0	96.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 MGR	0.0 MGR	1458.1	1458.1	11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	96.25	
1%	99%	0%	48.87	25.61	42.39	21,458	1,458	1,701	57	0.0	56.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 MGR	0.0 MGR	486.4	486.4	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.34	
2%	98%	0%	39.89	21.73	39.74	486	568	22	22	0.0	21.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 MGS	0.0 MGS	641.9	641.9	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.39	
7%	93%	0%	28.78	15.38	50.15	842	752	38	0.0	3.9	34.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 MGS	0.0 MGS	768.4	768.4	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.53	
16%	80%	0%	35.70	33.45	34.42	768	935	22	10.0	15.5	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 MGS	0.0 MGS	220.4	220.4	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.46	
70%	29%	0%	35.70	33.45	34.42	768	935	22	10.0	15.5	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0 BOL	10.0 BOL	220.4	220.4	2	10.0 <th>28.3<th>0.00<th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.00</th></th></th>	28.3 <th>0.00<th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.00</th></th>	0.00 <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.00</th>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
0%	0%	100%	61.97	28.83	22.04	808	601	17	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0 BOL	17.0 BOL	608.4	608.4	2	17.0 <th>44.8<th>0.00<th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.00</th></th></th>	44.8 <th>0.00<th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.00</th></th>	0.00 <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.00</th>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	
0%	0%	100%	82.28	36.78	47.56	2,008	608	32	31.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.6 PAR	31.6 PAR	575.6	575.6	16	31.6 <th>44.8<th>0.00<th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.00</th></th></th>	44.8 <th>0.00<th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.00</th></th>	0.00 <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.00</th>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	
1%	0%	99%	37.33	35.07	17.77	576	608	32	29.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.7 PAR	29.7 PAR	1805.0	1805.0	16	29.7 <th>44.2<th>0.00<th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.00</th></th></th>	44.2 <th>0.00<th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.00</th></th>	0.00 <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.00</th>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	
53%	0%	47%	31.84	35.38	28.44	1,905	2,229	63	29.7	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.7 PAR	29.7 PAR	4150.0	4150.0	20	286.4 <th>146.5<th>0.00<th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.00</th></th></th>	146.5 <th>0.00<th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.00</th></th>	0.00 <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.00</th>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	
0%	0%	100%	14.00	14.00	14.00	4,150	2,805	296	286.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	286.4 ARG	286.4 ARG	13789.9	13789.9	20	286.4 <th>146.5<th>0.00<th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.00</th></th></th>	146.5 <th>0.00<th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.0</th><th>0.00</th></th>	0.00 <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.0</th> <th>0.00</th>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	
						(13,800)	(13,680)	(654)	(385)	54.0	215.0						384.8 TOT	384.8 TOT			0.0	0.0								215.0	

Mode Split Used		Economic unit costs per Mode			TotalTransport Cost (in \$ thousands)			Cargo Flows (thousand tons)			Mode Shares		Mode 2		Mode
-----------------	--	------------------------------	--	--	---------------------------------------	--	--	-----------------------------	--	--	-------------	--	--------	--	------

0%	0%	0%	100%	8.62	255	288	30	26.5	FLOW
0%	0%	0%	100%	8.62	2,830	3,082	340	339.8	PAR
0%	0%	0%	100%	11.97	14,150	1,078	1,182	1182.0	ARG
0%	0%	0%	100%	11.97	3,537	3,770	285	285.5	ARG
0%	0%	0%	100%	9.80	2,172	2,289	222	221.8	ARG
0%	0%	0%	100%	12.52		1,477	1477.5		USA
				(23.044)	(24,488)	(3,546)			TOT
0%	0%	0%	100%	8.62	52	54	8	6.0	FLOW
0%	0%	0%	100%	11.97	478	810	40	40.0	PAR
0%	0%	0%	100%	11.97	886	827	75	75.0	ARG
					1,428	1,321	121	121	TOT
0%	0%	0%	100%	8.85	5,439	5,887	783	783.0	FLOW
					5,439	5,887	783	783	TOT
0%	0%	0%	100%	10.74	6,443	6,885	600	600.0	FLOW
					6,443	6,885	600	600	TOT
0%	0%	0%	100%	5.88	8,359	9,240	1,395	1,395.0	FLOW
0%	0%	0%	100%	1.78	551	600	307	307.0	ARG
				(8.910)	(9,940)	(1,702)	(1,702)		TOT
0%	0%	0%	100%	12.66	1,481	1,655	117	117.0	FLOW
0%	0%	0%	100%	12.66	1,430	1,588	113	113.0	MGS
0%	0%	0%	100%	11.28	1,409	1,573	125	125.0	PAR
				(4.321)	(4,826)	(355)	(355)		TOT
				(328,690)	(383,580)	(17,236)	(10,619)		

REGION	COST	PAIR	FLOW	TKU
PAR	254.8	8	26.5	28.6
PAR	2830.3	4	339.8	329.3
ARG	14181.8	4	1182.0	2686.6
ARG	3537.5	4	285.5	671.7
ARG	2171.7	3	221.8	316.2
USA	0.0	17	1477.5	3673.0
TOT	23044.1		3545.8	7705.4
REGION	COST	PAIR	FLOW	TKU
PAR	51.7	6	6.0	5.8
ARG	478.9	4	40.0	90.9
USA	887.9	4	75.0	170.5
TOT	1428.5		121.0	287.2
REGION	COST	PAIR	FLOW	TKU
PAR	5439.5	10	783.0	447.9
TOT	5439.5		783.0	447.9
REGION	COST	PAIR	FLOW	TKU
ARG	6443.1	12	600.0	718.8
TOT	6443.1		600.0	718.8
REGION	COST	PAIR	FLOW	TKU
ARG	8359.1	8	1395.0	2124.8
ARG	550.6	14	307.0	143.8
TOT	8909.8		1702.0	2168.2
REGION	COST	PAIR	FLOW	TKU
MGS	1480.9	7	117.0	177.8
MGS	1430.2	7	113.0	171.8
PAR	1409.5	8	125.0	151.3
TOT	4320.5		355.0	500.8
	328690.0		10618.4	17464.3
			930.7	5687.6

Resumen de los Fletes de los Varios Modos de Transporte y Otros Factores Diferenciales por Par Origen-Destino
Alternativa de Proyecto **Año de Análisis**
Corumbá-Nueva Palmira E2E1 **2005**
Cáceres-Corumbá A1

Par de Puertos	Zona de Origen		Distancias por Modo (km.)					Costos de Transporte por Modo (u\$/ton)									
			Modo 1		Modo 2		Modo 3		Modo 1		Modo 2		Modo 3				
	No.	Nombre	Camión	Camión	FFCC	Camión	Hidrovia		Flete Camión	Flete Camión	Transfer	Flete FFCC	Total	Flete Camión	Transfer	Flete Hidrovia	Diferenci Marítima
Soja en Grano																	
11	1	Cuiabá	1.622	-	1.786	215	3.303	67.81	-	1.50	32.15	33.65	14.52	5.50	22.34	5.00	47.36
11	3	Pontes e Lacerda	2.072	442	1.786	228	3.303	84.83	23.14	1.50	32.15	56.79	15.02	5.50	22.34	5.00	47.86
11	4	Tangará da Serra	1.918	288	1.786	296	3.303	79.01	17.30	1.50	32.15	50.94	17.60	5.50	22.34	5.00	50.44
11	5	Diamantino	1.802	172	1.786	358	3.303	74.62	12.00	1.50	32.15	45.65	19.95	5.50	22.34	5.00	52.80
11	6	Rondonópolis	1.415	-	1.576	431	3.303	59.98	-	1.50	28.37	29.87	22.72	5.50	22.34	5.00	55.56
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	22.34	5.00	63.14
11	8	Chapadão do Sul	989	-	1.176	857	3.303	43.86	-	1.50	21.17	22.67	38.86	5.50	22.34	5.00	71.70
11	9	Campos Novos dos Parecis	1.995	365	1.786	373	3.303	81.92	20.22	1.50	32.15	53.87	20.52	5.50	22.34	5.00	53.36
11	10	Primavera do Leste	1.529	115	1.576	483	3.303	64.29	8.02	1.50	28.37	37.89	24.69	5.50	22.34	5.00	57.54
11	12	Sinop	2.148	518	1.786	704	3.303	87.71	26.02	1.50	32.15	59.67	33.07	5.50	22.34	5.00	65.91
11	14	Barra do Garças	1.897	866	1.576	1.234	3.303	78.21	39.20	1.50	28.37	69.07	53.13	5.50	22.34	5.00	85.97
15	15	Coxim	1.367	243	1.322	696	2.093	58.16	15.59	1.50	23.80	40.88	32.76	5.50	11.35	5.00	54.61
15	18	Aquidauana	1.248	124	1.322	331	2.093	53.66	8.65	1.50	23.80	33.95	18.93	5.50	11.35	5.00	40.78
15	19	Campo Grande	1.125	-	1.322	454	2.093	49.00	-	1.50	23.80	25.30	23.59	5.50	11.35	5.00	45.45
15	20	Três Lagoas	765	-	907	791	2.093	35.38	-	1.50	16.33	17.83	36.36	5.50	11.35	5.00	58.21
5	21	Dourados	989	213	1.322	332	1.801	43.86	14.45	1.50	23.80	39.74	18.97	5.50	9.60	5.00	39.07
15	22	Porto Murtinho	1.509	454	1.322	-	2.093	63.53	23.59	1.50	23.80	48.89	0.00	5.50	11.35	5.00	21.85
2	33	Santa Cruz	2.500	-	2.435	659	2.635	101.02	-	1.50	43.83	45.33	11.86	5.50	13.01	5.00	35.37
5	42	Concepción	1.320	544	1.322	-	1.801	56.38	27.01	1.50	23.80	52.30	-	5.50	9.60	5.00	20.10
16	43	Asunción	1.042	381	1.088	-	1.491	45.86	20.83	1.50	19.58	41.91	-	5.50	8.21	5.00	18.71
5	45	Pedro Juan Caballero	1.197	421	1.322	124	1.801	51.73	22.34	1.50	23.80	47.64	8.65	5.50	9.60	5.00	28.75
16	46	Coronel Oviedo	923	450	1.088	120	1.491	41.36	23.44	1.50	19.58	44.53	8.37	5.50	8.21	5.00	27.08
16	47	Ciudad del Este	864	391	1.088	179	1.491	39.12	21.20	1.50	19.58	42.29	12.49	5.50	8.21	5.00	31.19
16	48	Encarnación	959	64	1.088	241	1.491	42.72	4.46	1.50	19.58	25.55	15.51	5.50	8.21	5.00	34.22
16	49	General Eugenio Garay	1.453	792	1.088	412	1.491	61.42	36.40	1.50	19.58	57.48	22.00	5.50	8.21	5.00	40.71
19	51	Resistencia	750	792	2.000	19	778	34.81	36.40	1.50	36.00	73.90	1.33	5.50	5.35	5.00	17.18
19	61	Salta	956	-	1.256	859	778	42.61	-	1.50	22.61	24.11	38.94	5.50	5.35	5.00	54.79
Torta de Soja																	
11	1	Cuiabá	1.622	-	1.786	215	3.303	67.81	-	1.50	32.15	33.65	14.52	5.50	22.34	5.00	47.36
11	6	Rondonópolis	1.415	-	1.576	431	3.303	59.98	-	1.50	28.37	29.87	22.72	5.50	22.34	5.00	55.56
15	19	Campo Grande	1.125	-	1.322	454	2.093	49.00	-	1.50	23.80	25.30	23.59	5.50	11.35	5.00	45.45
15	20	Três Lagoas	765	-	907	791	2.093	35.38	-	1.50	16.33	17.83	36.36	5.50	11.35	5.00	58.21
5	21	Dourados	989	213	1.322	332	1.801	43.86	14.45	1.50	23.80	39.74	18.97	5.50	9.60	5.00	39.07
2	31	Puerto Suárez	1.841	-	1.786	-	2.635	76.09	-	1.50	32.15	33.65	(0.00)	5.50	13.01	5.00	23.51
2	33	Santa Cruz	2.500	-	2.435	659	2.635	101.02	-	1.50	43.83	45.33	11.86	5.50	13.01	5.00	35.37
16	43	Asunción	1.042	381	1.088	-	1.491	45.86	20.83	1.50	19.58	41.91	-	5.50	8.21	5.00	18.71
16	47	Ciudad del Este	864	391	1.088	179	1.491	39.12	21.20	1.50	19.58	42.29	12.49	5.50	8.21	5.00	31.19
20	55	Reconquista	-	-	-	-	501	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aceite de Soja																	
11	1	Cuiabá	1.622	-	1.786	215	3.303	67.81	-	1.50	32.15	33.65	14.52	5.50	22.34	5.00	47.36
11	6	Rondonópolis	1.415	-	1.576	431	3.303	59.98	-	1.50	28.37	29.87	22.72	5.50	22.34	5.00	55.56
15	19	Campo Grande	1.125	-	1.322	454	2.093	49.00	-	1.50	23.80	25.30	23.59	5.50	11.35	5.00	45.45
15	20	Três Lagoas	765	-	907	791	2.093	35.38	-	1.50	16.33	17.83	36.36	5.50	11.35	5.00	58.21
5	21	Dourados	989	213	1.322	332	1.801	43.86	14.45	1.50	23.80	39.74	18.97	5.50	9.60	5.00	39.07
2	31	Puerto Suárez	1.841	-	1.786	-	2.635	76.09	-	1.50	32.15	33.65	(0.00)	5.50	13.01	5.00	23.51
2	33	Santa Cruz	2.500	-	2.435	659	2.635	101.02	-	1.50	43.83	45.33	11.86	5.50	13.01	5.00	35.37
16	43	Asunción	1.042	381	1.088	-	1.491	45.86	20.83	1.50	19.58	41.91	-	5.50	8.21	5.00	18.71
16	47	Ciudad del Este	864	391	1.088	179	1.491	39.12	21.20	1.50	19.58	42.29	12.49	5.50	8.21	5.00	31.19
20	55	Reconquista	-	-	-	-	501	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.46

- Notas:
- Sólo incluidos los productos con distintas opciones modales, no los cautivos al modo hidroviario.
 - El costo de acceso al Puerto Quijarro de la soja boliviana corresponde al costo ferroviario, no de camión.
 - 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)
 - Los costos de transferencia del modo 3 incluyen 1,50 para transferencia intermodal más 4,00 de costos portuarios.
 - 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.

LinkFlows

Flows by Link		Barge					1477,5 Total		ows between Portpai			
km	From	To	Dist	Down	Up	Total	Gen Up	TKU	Portpair	From	To	
3442	Cáceres (3442)	Coru	680	295	-	295		201		1	3	1
2778	P. Quijarro (277	Coru	12	1.121	-	1.121		13		2	5	1
2762	Corumbá (2762)	Greg.	137	1.638	-	1.638		224		3	6	20
2625	Greg. Curvo (26	P. Mu	390	5.083	-	5.083		1.982		4	6	8
2235	P. Murtinho (22	Valle	73	5.083	-	5.083		371		5	10	1
2162	Valle Mí (2162)	Conc	222	5.866	-	5.866		1.302		6	6	9
1940	Concepción (19	Villa	284	5.905	230	6.135		1.742		7	10	7
1656	Villa Hayes (165	Asun	26	5.530	230	5.760		150		8	11	13
1630	Asunción (1630)	Villet	37	6.044	2.057	8.101		300		9	7	14
1593	Villeta (1593)	Form	146	5.261	2.057	7.318		1.068		10	15	16
1447	Formosa (1447)	Barra	249	5.261	1.750	7.011		1.746		11	17	1
1198	Barranqueras (1	Reco	248	6.284	1.750	8.034		1.992		12	20	24
950	Reconquista (95	Santa	358	7.404	1.750	9.154		3.277		13	17	3
592	Santa Fe (592)	Rosar	172	7.404	1.750	9.154		1.575		14	12	13
420	Rosario (420)	V. Co	52	5.639	1.395	7.034		366		15	18	1
368	V. Constitución	San	16	5.639	1.395	7.034		113		16	14	1
352	San Nicolás (35	Nuev	213	3.447	-	3.447		734		17	6	2
139	Nueva Palmira (139								18	6	19
								17.157		19	21	7
								TKU		20	22	23
TKU by river sections		1						2.787				
		2A						5.270				
		2B						3.114				
		3A						3.194				
		3B						2.578				
		4						201				
		Tamengo						13				
								17.157				

							TOTAL		
Barge							DOWN		
Soybeans	Soymeal	Soybean Oil	Iron	Manganese	Clinker	Celulos		Oil	Wheat
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
894,0	200,0	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1121,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	221,6	0,0	0,0	0,0	221,6	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	1477,5	115,0	0,0	0,0	1592,5	0,0	0,0
38,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,9	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	369,4	6,0	0,0	0,0	375,4	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	230,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1395,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	125,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	783,0	0,0	783,0	0,0	0,0
295,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	295,3	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	600,0	600,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	307,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
235,8	216,7	61,3	0,0	0,0	0,0	0,0	513,9	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	1477,5	0,0	0,0	0,0	1477,5	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
423,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	423,7	0,0	0,0
0,0	823,4	296,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1119,8	0,0	0,0
1887,5	1240,3	384,8	3545,9	121,0	783,0	600,0	8562,4	1702,0	355,0

TOTAL UP	TOTAL BOTH	Port #	Port Name	Commodity	Soja Gran	Torta	Aceite	An Hierro
0,0	0,0	1	N. Palmira	Granos	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	1121,0	2	N. Palmira	Minerales	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	221,6	3	Corumbá	Granos	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	1592,5	4	Corumbá	Minerales	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	38,9	5	P. Quijarro	Granos	894,0	200,0	27,0	0,0
0,0	375,4	6	Greg. Curvo	Minerales	0,0	0,0	0,0	3545,9
230,0	230,0	7	Rosario	Granos	0,0	0,0	0,0	0,0
1395,0	1395,0	8	San Nicolas	Minerales	0,0	0,0	0,0	0,0
125,0	125,0	9	Villa Hayes	Minerales	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	783,0	10	Concepción	Granos	38,7	0,2	0,0	0,0
0,0	295,3	11	Zarate	Petroleos	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	600,0	12	Formosa	Petroleos	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	13	Asunción	Petroleos	0,0	0,0	0,0	0,0
307,0	307,0	14	Asunción	Granos	235,8	216,7	61,3	0,0
0,0	0,0	15	Vallemi	Clinker	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	513,9	16	Villeta	Clinker	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	1477,5	17	Cáceres	Granos	295,3	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	18	P. Murtinho	Granos	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	423,7	19	V. Constitución	Minerales	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	1119,8	20	Barranqueras	Minerales	0,0	0,0	0,0	0,0
		21	Barranqueras	Granos	423,7	0,0	0,0	0,0
2057,0	10619,4	22	Reconquista	Granos	0,0	823,4	296,4	0,0
		23	San Lorenzo	Granos	0,0	0,0	0,0	0,0
		24	Buenos Aires	Granos	0,0	0,0	0,0	0,0
					1887,5	1240,3	384,8	3545,9
			Peak Month Factors	>>>	0,18	0,13	0,08	0,08

RELACIONAR COM SEAS.!

LinkFlows

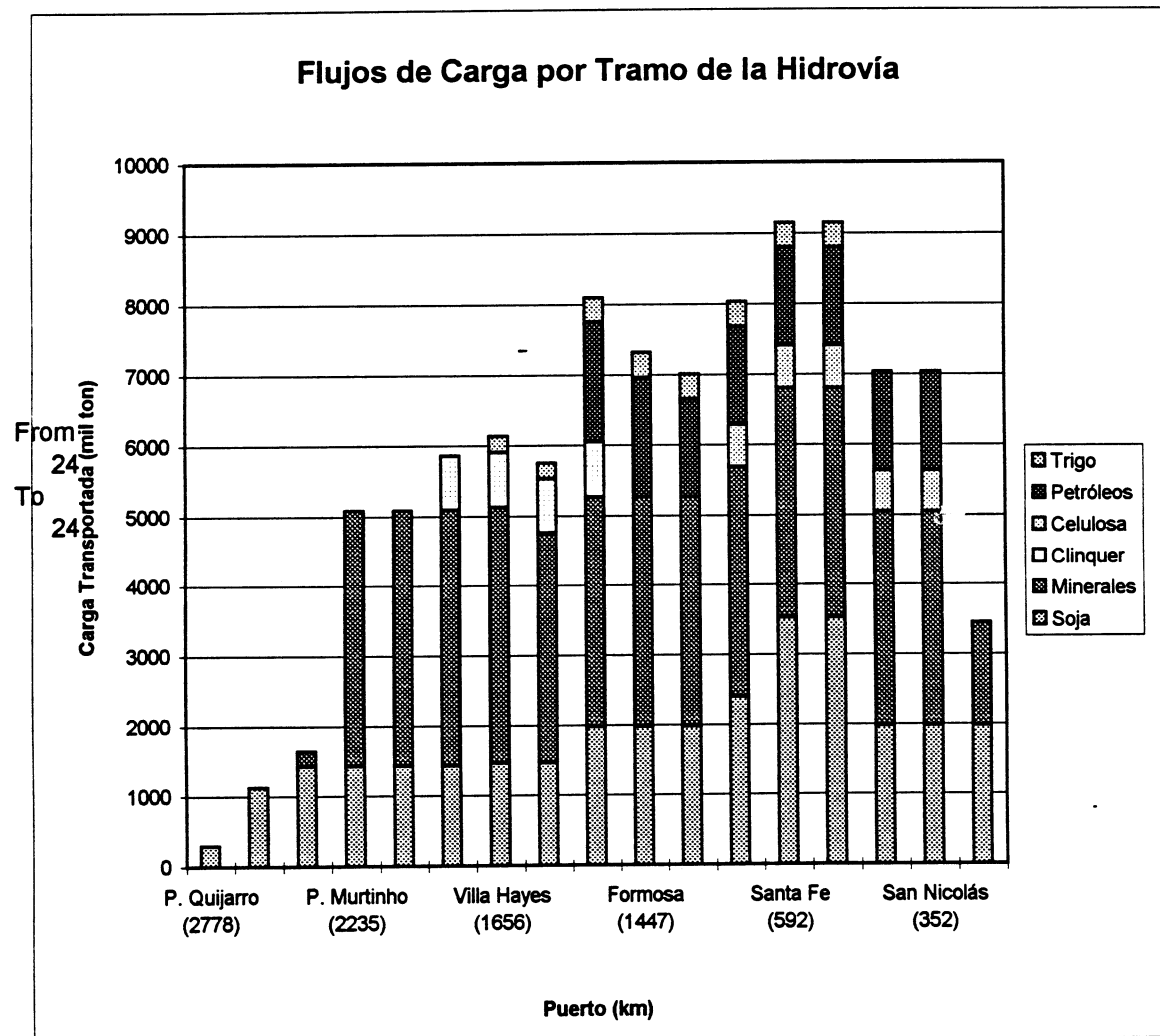
ual Flows (Load)						A			
Manganeso	Clinker	Celulos	etrole	Trigo	Total	Soja Gran	Torta	Aceite	Hierro
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1463,8	416,9	88,3	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1477,5
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1121,0	0,0	0,0	0,0	0,0
121,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3666,9	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	125,0	125,0	423,7	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1477,5
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	369,4
0,0	0,0	0,0	0,0	230,0	268,9	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	1395,0	0,0	1395,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	307,0	0,0	307,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	513,9	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	783,0	0,0	0,0	0,0	783,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	295,3	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	600,0	0,0	0,0	600,0	0,0	0,0	0,0	221,6
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	423,7	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1119,8	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	823,4	296,4	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
121,0	783,0	600,0	1702,0	355,0	#####	1887,5	1240,3	384,8	3545,9
0,08	0,08	0,08	0,08	0,08		0,18	0,13	0,08	0,08

PAIR	PAIR	PAIR	PAIR	PAIR	PAIR	PAIR	PAIR	PAIR	PAIR
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
From	From	From	From	From	From	From	From	From	From
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
To	To	To	To	To	To	To	To	To	To
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Annual Flows (Unload)						Peak Month Flows					
Manganeso	Clinquer	Celulos	etrole	Trigo	Total	Load	Unload	Total	Soja	Miner	
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1969,1	0,0	318,9	318,9	P. Qu	295	0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1477,5	0,0	123,1	123,1	Coru	1121	0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Greg.	1416	222
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	P. Mu	1416	3667
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	185,5	0,0	185,5	Valle	1416	3667
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	305,6	0,0	305,6	Conc	1416	3667
0,0	0,0	0,0	0,0	230,0	653,7	10,4	94,0	104,4	Villa	1455	3667
115,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1592,5	0,0	132,7	132,7	Asun	1455	3292
6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	375,4	0,0	31,3	31,3	Villet	1969	3292
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,0	0,0	26,0	Form	1969	3292
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	116,3	0,0	116,3	Barra	1969	3292
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,6	0,0	25,6	Reco	2393	3292
0,0	0,0	0,0	1702,0	0,0	1702,0	0,0	141,8	141,8	Santa	3513	3292
0,0	0,0	0,0	0,0	125,0	125,0	74,4	10,4	84,8	Rosar	3513	3292
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	65,3	0,0	65,3	V. Co	1969	3070
0,0	783,0	0,0	0,0	0,0	783,0	0,0	65,3	65,3	San	1969	3070
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	52,1	0,0	52,1	Nuev	1969	1477
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	221,6	50,0	18,5	68,5			
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	74,8	0,0	74,8			
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	129,6	0,0	129,6			
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1119,8	0,0	129,6	129,6			
0,0	0,0	600,0	0,0	0,0	600,0	0,0	50,0	50,0			
121,0	783,0	600,0	1702,0	355,0	#####	1115,5	1115,5	2231,1			
0,08	0,08	0,08	0,08	0,08							

PAIR	PAIR	PAIR	PAIR	PAIR	PAIR	PAIR	PAIR	PAIR	PAIR	PAIR	PAIR	PAIR	PAIR
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	23
From	From	From	From	From	From	From	From	From	From	From	From	From	From
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	23
To	To	To	To	To	To	To	To	To	To	To	To	To	To
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	23

Clinq	Celul	Petról	Trigo	Total
0	0	0	0	295
0	0	0	0	1121
0	0	0	0	1638
0	0	0	0	5083
0	0	0	0	5083
783	0	0	0	5866
783	0	0	230	6135
783	0	0	230	5760
783	0	1702	355	8101
0	0	1702	355	7318
0	0	1395	355	7011
0	600	1395	355	8034
0	600	1395	355	9154
0	600	1395	355	9154
0	600	1395	0	7034
0	600	1395	0	7034
0	0	0	0	3447



Hipótese Utilizada		1 = Média																			
		2 = Superior																			
		3 = Inferior																			
Origem	Destino	Hipótese Utilizada					Hipótese Média					Hipótese Superior					Hipótese Inferior				
		1997	2000	2005	2010	2020	1997	2000	2005	2010	2020	1997	2000	2005	2010	2020	1997	2000	2005	2010	2020
1.1 Soja em grão																					
1	65	5	5	7	11	23	5	5	7	11	23	6	6	8	13	27	5	5	6	9	19
3	65	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
4	65	17	16	20	33	68	17	16	20	33	68	18	18	25	40	83	15	14	17	26	57
5	65	133	131	162	266	547	133	131	162	266	547	146	147	198	321	662	119	115	137	211	453
6	65	242	239	293	350	439	242	239	293	350	439	267	268	287	344	434	218	210	250	360	446
7	65	86	84	99	118	148	86	84	99	118	148	94	95	97	116	146	77	74	88	121	150
8	65	62	0	0	0	0	62	0	0	0	0	62	0	0	0	0	62	0	0	0	0
9	65	237	234	290	476	979	237	234	290	476	979	261	263	354	574	1185	213	206	245	377	811
10	65	271	268	329	498	933	271	268	329	498	933	299	301	379	575	934	244	235	280	421	800
12	65	318	314	389	639	1313	318	314	389	639	1313	351	353	474	770	1590	286	276	329	506	1088
14	65	78	77	95	157	323	78	77	95	157	323	86	87	116	189	391	70	68	81	124	267
15	65	70	0	0	0	0	70	0	0	0	0	70	0	0	0	0	70	0	0	0	0
18	65	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
19	65	23	0	0	0	0	23	0	0	0	0	23	0	0	0	0	23	0	0	0	0
20	65	28	0	0	0	0	28	0	0	0	0	28	0	0	0	0	28	0	0	0	0
21	65	159	0	0	0	0	159	0	0	0	0	159	0	0	0	0	159	0	0	0	0
22	65	7	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7	0	0	0	0
33	65	393	583	894	1261	988	393	583	894	1261	988	590	808	1169	1522	797	196	344	618	944	1179
42	65	17	18	20	22	25	17	18	20	22	25	17	18	20	22	25	17	18	20	22	25
43	65	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
45	65	16	18	19	21	24	16	18	19	21	24	16	18	19	21	24	16	18	19	21	24
46	65	33	35	39	42	48	33	35	39	42	48	33	35	39	42	48	33	35	39	42	48
47	65	366	393	434	470	534	366	393	434	470	534	366	393	434	470	534	366	393	434	470	534
48	65	281	302	333	361	410	281	302	333	361	410	281	302	333	361	410	281	302	333	361	410
51	65	257	334	470	616	929	257	334	470	616	929	271	349	486	632	947	242	318	454	599	911
61	65	443	556	758	972	1431	443	556	758	972	1431	469	583	786	1001	1463	417	530	729	942	1399
1.2 Farelo de Soja																					
1	65	657	986	1420	1625	2056	657	986	1420	1625	2056	766	1175	1703	1949	2419	548	798	1137	1300	1693
6	65	386	579	834	954	1207	386	579	834	954	1207	450	690	1000	1145	1421	322	469	668	764	994
19	65	285	331	323	316	305	285	331	323	316	305	285	331	323	316	305	285	331	323	316	305
20	65	499	580	565	553	533	499	580	565	553	533	499	580	565	553	533	499	580	565	553	533
21	65	285	331	323	316	305	285	331	323	316	305	285	331	323	316	305	285	331	323	316	305
31	65	24	35	74	130	282	24	35	74	130	282	30	48	94	157	323	19	28	55	103	240
33	65	41	59	126	221	488	41	59	126	221	488	50	78	159	267	559	31	43	93	175	416
43	65	139	130	112	89	23	139	130	112	89	23	139	130	112	89	23	139	130	112	89	23
47	65	278	261	225	179	46	278	261	225	179	46	278	261	225	179	46	278	261	225	179	46
55	59	650	710	823	955	1283	650	710	823	955	1283	650	710	823	955	1283	650	710	823	955	1283
1.3 Óleo de Soja																					
1	65	50	72	96	103	116	50	72	96	103	116	58	86	116	124	136	42	58	77	83	95
6	65	29	42	57	61	68	29	42	57	61	68	34	50	68	73	80	25	34	45	49	56
19	65	22	24	22	20	17	22	24	22	20	17	22	24	22	20	17	22	24	22	20	17
20	65	38	42	38	35	30	38	42	38	35	30	38	42	38	35	30	38	42	38	35	30
21	65	22	24	22	20	17	22	24	22	20	17	22	24	22	20	17	22	24	22	20	17
31	65	2	3	10	21	50	2	3	10	21	50	3	6	14	26	59	1	2	6	15	42
33	65	3	6	17	33	75	3	6	17	33	75	5	10	24	42	88	1	3	11	24	62
43	65	36	34	32	28	17	36	34	32	28	17	36	34	32	28	17	36	34	32	28	17
47	65	71	69	63	55	34	71	69	63	55	34	71	69	63	55	34	71	69	63	55	34
55	59	234	256	296	344	462	234	256	296	344	462	234	256	296	344	462	234	256	296	344	462
2. Minério de Ferro																					
16	41	20	23	30	38	61	20	23	30	38	61	20	23	30	38	61	20	23	30	38	61
16	43	230	266	340	434	706	230	266	340	434	706	230	266	340	434	706	230	266	340	434	706
16	58	800	926	1182	1509	2457	800	926	1182	1509	2457	800	926	1182	1509	2457	800	926	1182	1509	2457
16	59	200	232	295	377	614	200	232	295	377	614	200	232	295	377	614	200	232	295	377	614
16	60	150	174	222	283	461	150	174	222	283	461	150	174	222	283	461	150	174	222	283	461
16	66	1000	1158	1477	1886	3072	1000	1158	1477	1886	3072	1000	1158	1477	1886	3072	1000	1158	1477	1886	3072
3. Minério de Manganês (fluxos de exportação)																					
16	43	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
16	58	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
16	66	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
4. Clinquer (fluxo interno do Paraguai)																					
41	43	555	640	783	926	1212	555	640	783	926	1212	555	640	783	926	1212	555	640	783	926	1212
5. Celulose (fluxo interno da Argentina)																					
52	59	267	600	600	600	600	267	600	600	600	600	267	600	600	600	600	267	600	600	600	600
7. Petróleo e Derivados (fluxos de exportação, em mil metros cúbicos)																					
59	43	909	1091	1395	1699	2307	909	1091	1395	1699	2307	909	1091								

Forecast

[illegible]

Hidrosum

[illegible]

Barge Tow Costs (in\$1000)													Pushers (HP)													Barges													Tanker																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
HP Calculated													HP used													7700													8000													Small																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1419	1420	1421	1422	1423	1424	1425	1426	1427	1428	1429	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1437	1438	1439	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446	1447	1448	1449	1450	1451	1452	1453	1454	1455	1456	1457	1458	1459	1460	1461	1462	1463	1464	1465	1466	1467	1468	1469	1470	1471	1472	1473	1474	1475	1476	1477	1478	1479	1480	1481	1482	1483	1484	1485	

Truck

	Truck Cost Formula:		Cost=A+exp(B)*(Dist)^(C)		
	Backhaul Scenario Selected:			3	
		Financial	Economic		
	A=	37,80	30,80		
	B=	8,72046	8,49988		
	C=	-0,99204	-0,99085		
FINANCIAL COSTS					
	Backhaul	Percent			
	Scenario	Backhaul	A	B	C
	1	0%	52,8	9,01161	-0,98325
	2	20%	44,0	8,82929	-0,98325
	3	40%	37,8	8,72046	-0,99204
	4	60%	33,0	8,54160	-0,98325
	5	80%	29,4	8,46914	-0,99204
	6	100%	26,4	8,31846	-0,98325
ECONOMIC COSTS					
	Backhaul	Percent			
	Scenario	Backhaul	A	B	C
	1	0	43,1	8,82692	-0,98902
	2	20	35,9	8,63523	-0,98721
	3	40	30,8	8,49988	-0,99085
	4	60	26,9	8,32896	-0,98360
	5	80	24,0	8,28681	-0,99825
	6	100	21,6	8,18145	-0,99825

Zones

1	Cuiabá	
2	Cáceres	
3	Pontes e Lacerda	
4	Tangará da Serra	
5	Diamantino	
6	Rondonópolis	
7	Alto Araguaia	
8	Chapadão do Sul	
9	Campos Novos dos Parecis	
10	Primavera do Leste	
11	Vilhena	
12	Sinop	
13	Ji-Paraná	
14	Barra do Garças	
15	Coxim	
16	Corumbá	
17	Miranda	
18	Aquidauana	
19	Campo Grande	
20	Três Lagoas	
21	Dourados	
22	Porto Murtinho	
31	Puerto Suárez	
32	San José de Chiquitos	
33	Santa Cruz	
34	San Ignacio de Velasco	
35	Trinidad	
36	Chimoré	
37	Cochabamba	
38	La Paz	
39	Arica	
41	Valle Mí	
42	Concepción	
43	Asunción	
44	Pilar	
45	Pedro Juan Caballero	
46	Coronel Oviedo	
47	Ciudad del Este	
48	Encarnación	
49	General Eugenio Garay	
50	Formosa	
51	Resistencia	
52	Corrientes	
53	Goya	
54	La Paz	
55	Santa Fe	
56	Paraná	
57	Rosario	
58	San Nicolás	
59	Buenos Aires	
60	Jujuy	
61	Salta	
62	Tucumán	
63	Santiago del Estero	
64	Rotterdam	
65	Japan	
66	USA	

[illegible]

CAPITULO 14

ANALISIS DE DIVISION MODAL, OPTIMIZACION ECONOMICA Y EVALUACION FINANCIERA

14.2 ANALISIS DE OPTIMIZACION ECONOMICA Y EVALUACION FINANCIERA

CAPITULO 14

ANALISIS DE DIVISION MODAL, OPTIMIZACION ECONOMICA Y EVALUACION FINANCIERA

14.2 ANALISIS DE OPTIMIZACION ECONOMICA Y EVALUACION FINANCIERA

INDICE

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCION.....	001
1.1 ORGANIZACION DEL ESTUDIO	001
1.2 OBJETIVOS.....	001
2. METODOLOGIA.....	003
2.1 CRITERIOS BASICOS DE ANALISIS	003
2.2 ANALISIS DE DOS ETAPAS.....	004
2.3 PARAMETROS DE DISEÑO A SER OPTIMIZADOS.....	006
2.4 PARAMETROS ECONOMICO-FINANCIEROS BASICOS.....	007
2.4.1 Costos Económicos y Costos Financieros	007
2.4.2 Precios de Cuenta	007
2.4.3 Criterios y Parámetros Utilizados.....	007
3. IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS	008
4. MODELO DE TRANSPORTE.....	009
4.1 ESTRUCTURA GENERAL	009
4.2 MODULO DE ANALISIS ECONOMICO.....	010
4.3 MODULO DE ANALISIS FINANCIERO	011
5. VARIACION DE LOS NIVELES DE AGUA	012
6. FLUJOS DE TRANSPORTE.....	017
7. COSTOS DE LAS OBRAS DE DRAGADO Y BALIZAMIENTO.....	018
7.1 COSTOS DE LAS OBRAS DE DRAGADO Y DERROCAMIENTO.....	018
7.2 COSTOS DE LOS SISTEMAS DE AYUDA A LA NAVEGACION.....	019

	<u>Pág.</u>
8. COSTOS DE IMPACTOS AMBIENTALES	020
9. ANALISIS DE OPTIMIZACION ECONOMICA	021
9.1 ANALISIS DE LA ALTERNATIVA BASICA	021
9.1.1 Efectosde un Posible Colapso en la Navegación.....	022
9.1.2 Estimación de los Costos del Tráfico Desviado a Otros Medios.....	023
9.1.3 Comparación con los Costos de Obra y Ambientales	027
9.1.4 Conclusión: Justificación de la Alternativa Básica	028
9.2 ANALISIS DE OPTIMIZACION DE LOS CANALES DE NAVEGACION.....	029
9.2.1 Metodología del Cálculo de los Beneficios	029
9.2.2 Estrategia de Optimización	031
9.2.3 Optimización del Ancho de los Canales de Navegación ...	032
9.2.4 Optimización de la Profundidad Dragada.....	035
9.3 ANALISIS DE SENSIBILIDAD	039
9.3.1 Sensibilidad al Escenario de Demanda.....	039
9.3.2 Sensibilidad a Variaciones en los Costos Ambientales	039
9.3.3 Sensibilidad a la Aplicación de Cobros a los Usuarios	040
9.4 OTROS BENEFICIOS.....	040
10. EVALUACION FINANCIERA	041
10.1 INTRODUCCION	041
10.2 IDENTIFICACION DE METODOS ALTERNATIVOS DE FINANCIAMIENTO	041
10.3 EVALUACION DE LA VIABILIDAD FINANCIERA BAJO METODOS ALTERNATIVOS DE FINANCIAMIENTO	043
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	047
12. SELECCION DE LA ALTERNATIVA DE PROYECTO.....	049
ANEXO 14.2.1 - ANALISIS DE LA ALTERNATIVA F2E1.....	051

CAPITULO 14

ANALISIS DE DIVISION MODAL, OPTIMIZACION ECONOMICA

Y EVALUACION FINANCIERA

14.2 ANALISIS DE OPTIMIZACION ECONOMICA Y EVALUACION FINANCIERA

1. INTRODUCCION

1.1 ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO

La presente sección trata de la optimización de la obras de navegación. El primer ítem presenta un breve resumen de los objetivos y los antecedentes relevantes del proyecto para facilitar la comprensión del análisis de alternativas. El segundo, trata la metodología utilizada para el análisis de optimización. El ítem 3 resume brevemente las alternativas de mejoramientos al canal de navegación a ser analizadas. En el ítem 4 se describe la estructura general del modelo de transporte utilizado para simular los costos de transporte hidroviario, estimar la división modal y ejecutar el análisis económico.

El quinto ítem provee una discusión de la variación de los niveles de agua de los ríos Paraguay y Paraná y cómo afecta el análisis de costos de transporte hidroviario y la evaluación de alternativas de mejoramientos. En la sección 6 se resumen los flujos de carga en el área de influencia. En el sexto, se resumen los costos de obras de dragado y derrocamiento y de balizamiento. En el ítem 8 se presenta un resumen de la evaluación de los costos ambientales que resultan de los mejoramientos, presentados en el Capítulo 12. El ítem 9 comprende el análisis de optimización económica, incluyendo análisis de sensibilidad. El ítem 10 trata de la evaluación financiera de la alternativa recomendada. En el ítem 11 se encuentran las conclusiones y recomendaciones del Consultor respecto a la alternativa de mejoramientos preferida y, finalmente, el punto 12 se refiere a la selección de la alternativa de desarrollo por parte del Comité Intergubernamental de la Hidrovía Paraguay-Paraná.

1.2 OBJETIVOS

El objetivo principal del análisis de optimización descrito en la presente Sección 14.2, es determinar el diseño más conveniente de las obras de mejoramiento de la navegación en el Tramo Santa Fé - Corumbá de la

Hidrovia Paraguay - Paraná, para satisfacer las demandas de transporte previstas hasta el año 2020. En la Sección 14.3 se trata la optimización complementaria, incluyendo toda la Hidrovia, desde Nueva Palmira hasta Cáceres.

Estas obras incluyen:

- las de dragados de apertura y mantenimiento de canales de navegación;
- la instalación de sistemas de ayuda a la navegación y su posterior mantenimiento.

Las obras de mejoramiento ofrecen los siguientes beneficios a los usuarios del sistema de transporte fluvial:

- ahorros en los costos de transporte por tonelada de mercaderías debido a las economías de escala resultantes del uso permanente de mayores convoyes de barcasas y de su navegación franca por la Hidrovia;
- una garantía de condiciones mínimas que permitan la navegación, aún con la recurrencia de bajos niveles de agua que afectan la disposición de los productores para asumir los riesgos de transportar productos por la Hidrovia;
- reducciones en los tiempos de viaje por la Hidrovia.

El propósito del presente análisis es cuantificar los beneficios y los costos de las obras de mejoramiento 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. Las alternativas de proyecto son las indicadas en los Capítulos 9 y 11 (17), donde también se presentan las estimaciones de costos de las alternativas.

2. METODOLOGIA

2.1 CRITERIOS BÁSICOS DE ANÁLISIS

La selección del programa de inversiones más conveniente será determinada; primordialmente, por la alternativa que ofrezca el **mayor retorno económico**. En otras palabras, la solución óptima será la que represente el mejor uso de recursos económicos a nivel regional, medida por la tasa interna de retorno económico de los flujos de beneficios y costos. Los detalles de la evaluación económica, y los indicadores que resulten, se discuten más adelante.

Sin embargo, la evaluación económica no es el único criterio utilizado en el análisis del proyecto. También es oportuno realizar una evaluación financiera de la inversión y de los gastos anuales de mantenimiento para asegurar que el programa de inversión óptimo desde el punto de vista económico tenga una financiación conveniente. En este esquema surge el tema de saber quién paga por las mejoras. Siguiendo el concepto básico de que quién se beneficia con las mejoras es el que debería pagarlas, el análisis considerará varios escenarios de contribuciones de los usuarios y el financiamiento con fondos de los gobiernos. Además, es imprescindible asegurar que la alternativa seleccionada tenga un plan de financiamiento viable. El análisis financiero, también discutido más adelante, está basado en el análisis de flujo de caja.

Aunque cada alternativa de mejoras a ser analizada implica una garantía de un cierto calado de proyecto por debajo del nivel de reducción, en la mayor parte del tiempo, por el propio criterio de garantía con que han sido fijados los niveles de reducción (ver Capítulo 3), los niveles de agua variables de los años serán superiores a aquel, permitiendo la navegación con calados mayores al calado del proyecto utilizado en la fijación de la profundidad determinante de los canales. Dado el efecto directo del calado sobre los costos de transporte por tonelada, es importante considerar las variaciones de los niveles de agua en base a un análisis estadístico adecuado. Frente a estas variaciones se han adoptado dos criterios para el análisis:

- Se debe **garantizar** la posibilidad de navegación, con calados suficientes;
- Se estimarán los costos de transporte para años futuros en base a una caracterización estadística de las variaciones de niveles de agua y profundidades disponibles.

Normalmente, en los estudios de alternativas de transporte, la primera alternativa a definir es aquella que será la base de comparación para las demás: es la situación "sin proyecto" o "no hacer nada". En el Capítulo 2, puntos 1.2 y 1.3, se presenta una discusión conceptual más amplia de este tema, de gran relevancia para la Hidrovía.

La definición de la alternativa básica es generalmente bastante fácil. Por ejemplo, en el caso de una carretera que se pretende pavimentar, la alternativa base corresponde a la situación existente sin pavimento. Se puede calcular los costos de transporte sobre la carretera sin pavimento, y luego calcular los ahorros de costo de operación de los vehículos y de mantenimiento vial que se lograrán con la pavimentación. Dependiendo del tráfico que utiliza esa carretera, y de los costos de la pavimentación, es posible que el resultado del análisis sea que no se debe efectivamente hacer nada.

En el caso de la Hidrovía del Paraná-Paraguay, el "no hacer nada" implica no solamente costos más altos de operación de la navegación, significa también exponer todos los usuarios actuales y toda la economía regional a la posibilidad de un colapso en la navegabilidad del río.

Este riesgo no es demasiado evidente si solamente se observa la situación actual, en la cual la navegación se desarrolla sin grandes problemas. Esto se debe a una situación excepcional, en que hace más de dos décadas que las aguas están altas. Los análisis resumidos en la sección 5 ponen en evidencia que hubo períodos de aguas extremadamente bajas, en que la navegación por empuje se tornó virtualmente imposible durante un período de cerca de doce años (1962-1973). El no hacer absolutamente nada significa estar permanentemente bajo el riesgo de colapso de la navegación caso las aguas bajen nuevamente a los niveles ya registrados en el pasado.

Esta constatación significa que no es posible hacer un análisis de optimización de las obras de dragado sin definir y justificar previamente la necesidad de determinadas intervenciones para anular el riesgo de colapso de la navegación. Teniendo eso en cuenta, se planteó la división del análisis en dos etapas:

- (1) Definir una profundidad mínima que se debería garantizar para que la navegación por empuje no se interrumpa, considerando un convoy también mínimo. Esa definición se hace en términos exclusivamente técnicos para definir las obras mínimas de dragado requeridas a tal efecto.

- (2) A partir de esa especificación mínima, analizar incrementos de profundidad y ancho del canal, buscando la solución óptima a través de criterios de rentabilidad económica.

La razón lógica para la división del análisis en estas dos etapas es que se trata de dos cuestiones distintas.

La primera cuestión es: que perjuicios habrá en la región de influencia de la Hidrovía en el caso de ocurrir un estiaje prolongado que imposibilite la navegación? La cuestión derivada es si el monto de esos perjuicios sería suficiente para justificar económicamente la inversión en las obras necesarias para eliminar el riesgo de colapso.

La segunda cuestión es: una vez justificada la inversión en obras que garanticen un cierto nivel mínimo de navegación, es posible justificar económicamente incrementos en relación a esas obras mínimas?

La segunda etapa de este proceso se describe adelante y, aunque involucra cálculos de gran complejidad, sigue procedimientos tradicionales de análisis económico.

La primera etapa, que es el establecimiento de características mínimas garantizadas para el canal, es específica para el presente estudio, e involucra dos actividades:

- (a) Especificar numéricamente, por criterios técnicos, las características mínimas del canal;
- (b) Presentar elementos económicos que demuestren los perjuicios que el colapso de la navegación causarían a los usuarios y a la economía regional, justificando la necesidad de garantizar ese canal mínimo. La decisión de separar la justificación del Caso Base del análisis de optimización fue tomada específicamente para analizar la reducción del riesgo de interrupción de navegación en un contexto apropiado. El valor de riesgo de interrupción se calcula al combinar la estimación de los costos/beneficios en caso de una interrupción y la probabilidad de ocurrencia de la misma. Por su naturaleza, es un cálculo abstracto, siendo basado en la cuantificación de una situación hipotética (cuando la interrupción afecta la capacidad del sistema de transporte de una forma más que eventual). Al contrario, los beneficios producidos por condiciones mejoradas de navegación (convoyes más grandes y la navegación nocturna) pueden ser estimados con un grado de precisión razonables, basados en parámetros conocidos que afectan el costo de transporte. La diferencia principal es que se debería analizar la situación de una interrupción significativa con el fin de evitarla, mientras se

analizan los efectos de las diferentes alternativas de mejoramiento en los costos de transporte para determinar aquella que produzca la mejor situación en términos medios.

En la primera etapa de la evaluación económica, la alternativa de "no hacer nada" fue comparada con un Caso Base definido como la alternativa de proyecto del canal que permita la navegación con condiciones mínimas aceptables sin el riesgo de una interrupción catastrófica. Los niveles de reducción del río fueron definidos en base a criterios estadísticos que contemplan períodos de aguas bajas que podrían implicar la interrupción de navegación, pero no por tiempos que amenazarían la capacidad de la flota para transportar la totalidad de la demanda. El Caso Base -- las obras necesarias para garantizar un calado de 2,0 m, el mínimo con el cual se puede justificar la navegación con una flota de convoyes de barcazas Jumbo -- fue comparado con la alternativa de "no hacer nada". En el mismo análisis, justamente, consta la clara comparación de las situaciones "con" y "sin" proyecto y se basa en la apropiada consideración del valor de la reducción del riesgo de una interrupción (o sea, la eliminación de la posibilidad de una interrupción catastrófica).

En la segunda etapa, el Caso Base, una vez justificado, es comparado con alternativas de mayor profundidad y ancho del canal y con la instalación de ayudas a la navegación. Los beneficios derivados de los ahorros en el costo de transporte son combinados con los costos de obra adicionales al Caso Base, tanto iniciales como anuales, para determinar la rentabilidad económica, medida por la TIR y VAN de la inversión. El valor de la reducción del riesgo de una interrupción catastrófica no está incluida en el análisis de optimización, puesto que ya estaba incluido en el primer paso. Sin embargo, el efecto de la reducción del riesgo de interrupciones no catastróficas están incluidas implícitamente en los costos de transporte dado que el modelo considera la tasa de utilización de las barcazas y remolcadores en el cálculo de costos.

2.3 PARÁMETROS DE DISEÑO A SER OPTIMIZADOS

El presente análisis considera la optimización de los siguientes parámetros:

- La profundidad determinante del canal de navegación, esto es, la profundidad dragada por debajo del nivel de reducción.
- El ancho del canal de navegación, el cual es función de la configuración máxima de proyecto del convoy de barcazas,

definido por el número de barcazas tipo "jumbo" en manga y eslora total.

2.4 PARAMETROS ECONOMICO-FINANCIEROS BASICOS

2.4.1 Costos Económicos y Costos Financieros

Este concepto se encuentra desarrollado en el punto 1.3.1 de 14.1

2.4.2 Precios de Cuenta

Este punto ha sido desarrollado en el ítem 1.3.2 de la parte 14.1 de este Capítulo.

2.4.3 Criterios y Parámetros Utilizados

Los criterios y parámetros utilizados se encuentran expuestos en el punto 1.3.3 de la parte 14.1.

3. IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS

Las alternativas en estudio se conforman según distintas combinaciones de los siguientes parámetros: el calado de proyecto y el ancho de los canales de navegación. El cuadro siguiente permite la identificación de las mismas:

Tabla 3.1
Resumen de Alternativas

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	70	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

A los efectos de la evaluación económica se han considerado distintas condiciones de calado y ancho de canal para los tramos Santa Fé - Asunción y Asunción - Corumbá. Por ejemplo la alternativa E0B1 considera que en el tramo Santa Fé - Asunción se tiene un canal de 90 m de ancho que permite la navegación de un convoy de 4x4 con 2,0 m. de calado (E0), mientras que en el tramo Asunción-Corumbá se tiene un canal de 65 m de ancho, apto para la navegación de un convoy de 3x4, con un calado de 2,6 m (B1).

Las alternativas indicadas son las mismas consideradas para la elaboración de los proyectos preliminares descritos en el Capítulo 9, para los cuales fueron estimados los costos de dragados de apertura y mantenimiento.

Además, se considera la alternativa de implementación de mejoras a las actuales instalaciones de señalización, cuyos costos fueron estimados como se indica en el Capítulo 17.

4. MODELO DE TRANSPORTE

4.1 ESTRUCTURA GENERAL

El modelo de transporte consiste de cuatro "módulos", cada uno de los cuales ejecuta una función distinta:

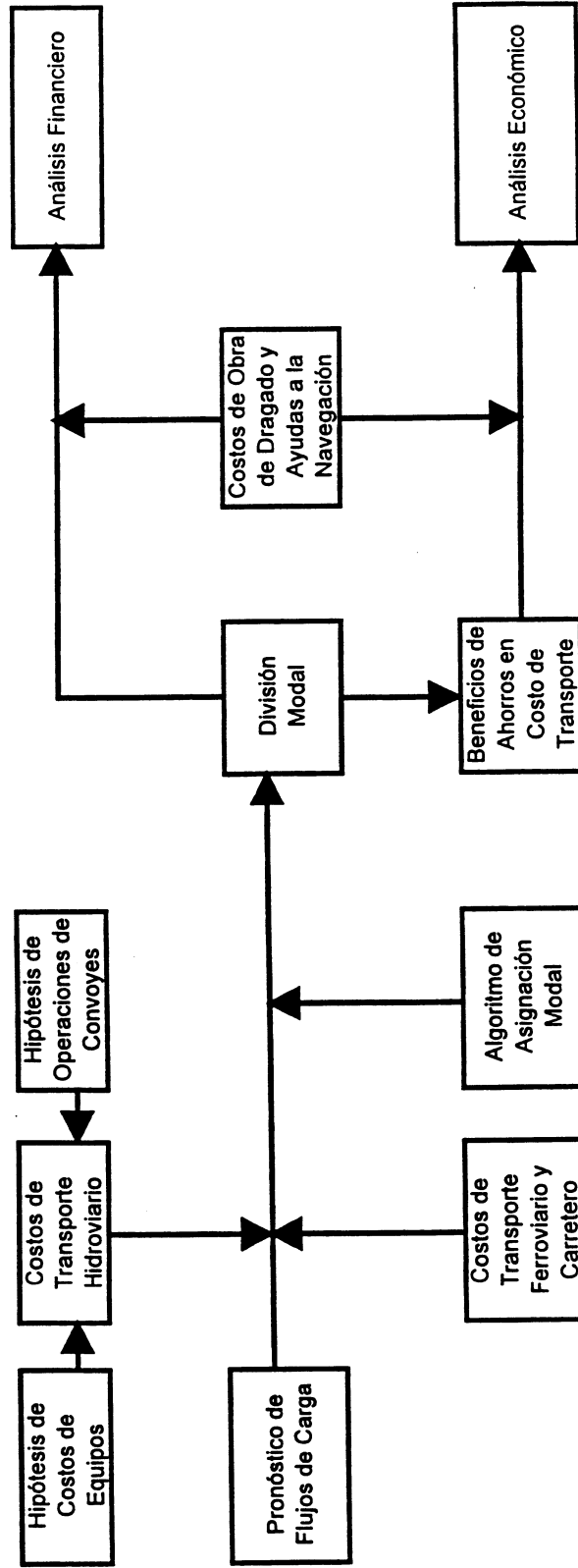
1. Módulo de transporte hidroviario.
2. Módulo de división modal.
3. Módulo de análisis económico.
4. Módulo de análisis financiero.

El flujograma general del Modelo que se presenta en la Figura 4.1, explica cómo cada uno de dichos módulos figura en el proceso de calcular los costos de transporte y, finalmente, los ahorros en los mismos que resultan de las mejoras en las condiciones de navegación. El pronóstico de flujos de carga forma la base del cálculo de costos de transporte. Desarrolladas como se indica en el Capítulo 13, las proyecciones comprenden los flujos de carga dentro del área de influencia considerados "relevantes", es decir que existe la posibilidad que bajo escenarios realistas se podrían transportar por la Hidrovía. Dichas proyecciones están discriminadas por tipo de producto y par origen-destino, sin identificar el modo de transporte utilizado.

El módulo de costos de transporte hidroviario se utiliza para calcular el costo de transporte por tonelada de cada producto por el medio de transporte fluvial. Mediante la simulación de viajes entre los varios pares de puertos en el río, se pueden calcular los costos bajo diferentes condiciones de navegación producidas por las alternativas de mejoramientos. En el mismo flujograma este módulo está resumido por los tres bloques arriba. En base a una serie de hipótesis sobre los costos de adquisición y operación de los equipos (barcazas y empujadores) y las prácticas y condiciones operativas, se puede calcular un costo por tonelada de cada producto si es que usa el modo Hidrovía.

El módulo de división modal está representado por otros tres bloques en el flujograma. Primero, para cada producto y par origen-destino, se calculan los costos de transporte por los modos terrestres: por camión o por ferrocarril. Entonces, para los productos que no son captivos a la Hidrovía, existen tres posibles medios de transporte que se podrían usar. El segundo bloque de este módulo representa el algoritmo de asignación modal, que distribuye los flujos de carga totales entre cada par origen-destino entre los tres modos, en función del costo relativo de cada uno.

Figura 4.1
FLUJO GENERAL DE INFORMACION DEL MODELO DE TRANSPORTE



Finalmente, junto los costos de los tres modos, los flujos de carga y el algoritmo de asignación modal, se determina la división de los flujos por cada modo.

El siguiente módulo presentado es el de análisis económico. El primer bloque correspondiente en el flujograma de la Figura 4.1 es el del cálculo de beneficios debidos a los ahorros en el costo de transporte, que surge directamente del análisis de división modal.

Se calculan los beneficios en base a los siguientes factores:

- los costos económicos de cada modo calculados por la aplicación de factores de ajuste para eliminar distorsiones de los precios de mercado;
- los flujos de transporte que resultan del análisis de división modal; y
- la diferencia entre el costo de transporte “sin proyecto” sobre cada uno de los tres modos, y “con proyecto”, en cada una de sus alternativas.

Otro bloque representa el cálculo de los costos de obras de dragado y de ayudas a la navegación, tanto en el año de apertura como para mantenimiento anual; combinando los beneficios y costos, se puede realizar el análisis económico, caracterizado por el siguiente bloque.

El último módulo es el de análisis financiero, descrito más adelante. La combinación de los flujos de carga sobre la Hidrovía y los costos de dragado y balizamiento permite su realización.

El modelo de transporte fue programado con el software Microsoft Excel 5.0 y consiste en archivos con una serie de "hojas" vinculadas automáticamente. El archivo MODEL.XLS contiene todos los elementos caracterizados por la Figura 4.1, los que comprenden los módulos de transporte hidroviario, división modal y una parte del de análisis económico. Adelante se describen en más detalle las funciones principales de cada hoja dentro el contexto de describir el funcionamiento de cada módulo.

4.2 MODULO DE ANALISIS ECONOMICO

En la Figura 4.2 se presenta un flujograma que muestra la estructura del módulo de análisis económico y el flujo de información por el mismo, incorporando no sólo el cálculo de beneficios con el modelo MODEL.XLS, sino también la inversión y costos anuales de obras de dragado y de ayudas a la navegación.

Un archivo que se llama ANALISIS.XLS, también programado con Microsoft Excel 5.0, contiene el resumen de costos del año de apertura y de años futuros. Al elegir una serie de alternativas a ser analizadas y definir las hipótesis de demanda, se puede correr la evaluación económica a través de una macro en el archivo ANALISIS.XLS, que integra también los módulos del modelo de transporte residente en el archivo MODEL.XLS.

4.3 MODULO DE ANALISIS FINANCIERO

La figura 4.3 caracteriza el flujo de información en el módulo de análisis financiero. El propósito del módulo es evaluar diferentes escenarios de financiamiento de las obras de cualquier alternativa y de este modo indentificar posibles políticas de cobros a los usuarios que serían viables financieramente. El archivo principal es FINANCE.XLS, y depende de información producida por el módulo de análisis económico.

Del archivo MODEL.XLS, un resumen de los flujos de carga y Toneladas-Kilómetro (TKU) para la alternativa entra a FINANCE.XLS. Del archivo ANALISIS.XLS, entran los costos de obra. Sobre esta base, se corre el análisis financiero. Su procedimiento está descrito en el Anexo 14.1.1.

Figura 4.2
MODULO DE ANALISIS ECONOMICO
Hojas de Cálculo

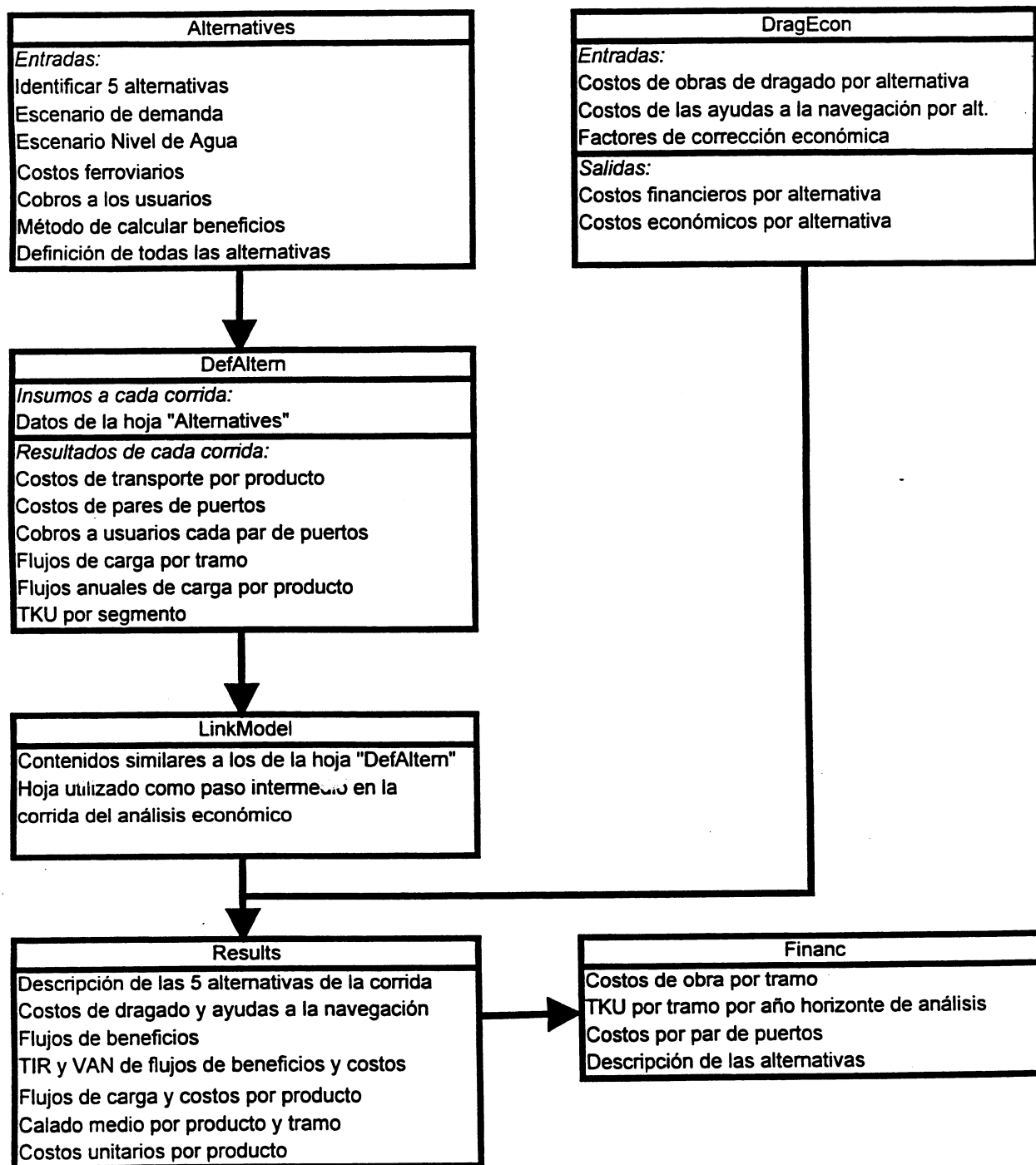
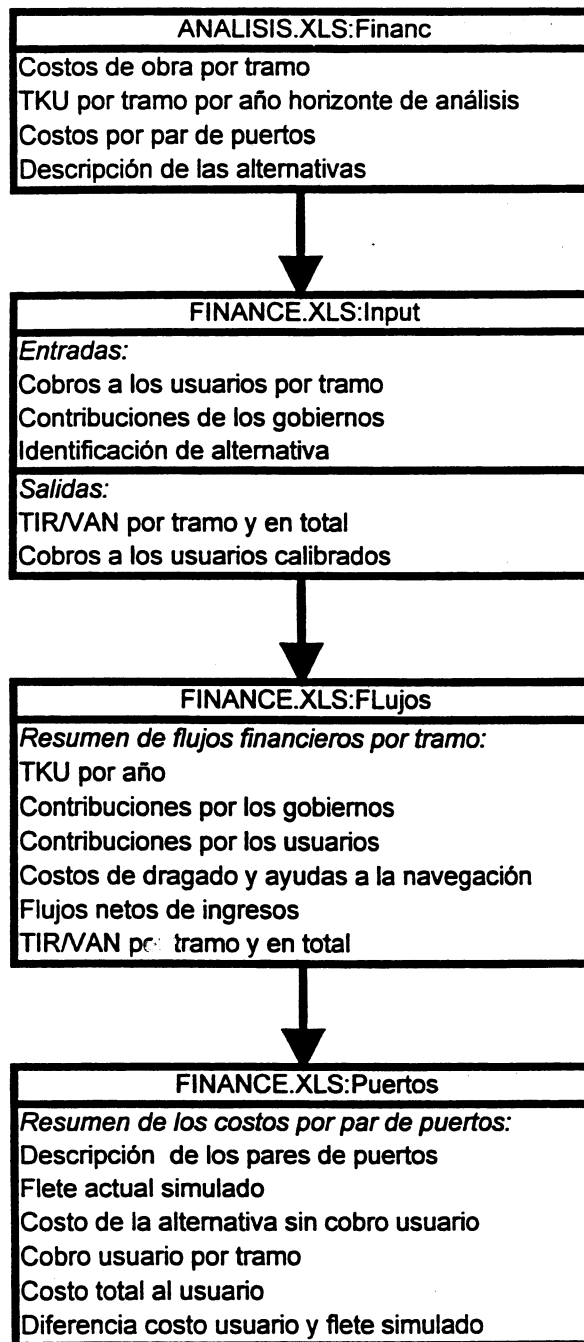


Figura 4.3
MODULO DE ANALISIS FINANCIERO
Hojas de Cálculo



5.

VARIACION DE LOS NIVELES DE AGUA

En el informe relativo a Criterios Generales de Análisis se ha establecido que la garantía de navegación será dada para una duración de 90 % en un año seco, este último, correspondiente a un tiempo de recurrencia de 10 años. Con ese criterio se han establecido de manera uniforme los "ceros hidrográficos" o "niveles de reducción" correspondientes a 35 estaciones limnimétricas con registros antiguos, a lo largo de la Hidrovía. El plano que une estos ceros hidrográficos constituye el "plano de reducción" en relación al cual se pueden medir, o "reducir" de forma uniforme, las alturas o niveles hidrométricos registrados en las diversas escalas, y también las profundidades disponibles para navegación en la Hidrovía.

Adoptado el criterio de garantía indicado para la determinación de los ceros hidrográficos, queda por determinar la "profundidad determinante" (y correspondiente calado de embarcación) para la cual se desea hacer valer esa garantía.

A tal efecto se realizó un análisis tendiente a caracterizar estadísticamente los niveles de agua a lo largo de la Hidrovía. El análisis consistió de los siguientes pasos:

- a. Determinación de los Niveles de Reducción en las 35 estaciones limnimétricas a lo largo de la Hidrovía. Como se explica en el Capítulo 7, esos niveles se establecieron de la siguiente forma:
 - en el Río Paraguay, tramo Corumbá (Ladario) - Asunción, los niveles de reducción corresponden a la serie de registro histórico 1911 - 1993;
 - en el Río Paraná, tramo Corrientes - Paraná (Santa Fé) los mismos niveles también corresponden al registro histórico de 1911 - 1993, pero aumentados en 1,00 m. por el efecto de la regularización de los embalses de Territorio Brasileño;
 - en el tramo del Río Paraguay entre Confluencia y Dalmacia (aguas abajo de Asunción), correspondiente al remanso del Río Paraná en época de aguas bajas, se interpoló un plano de reducción de tal forma que el efecto de la regularización es de 1,00 m. en Confluencia y 0,00 m. en Dalmacia.
- b. Selección de 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), y determinación de los niveles de agua determinantes para la

navegación, referidos a los planos de reducción indicados, 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.
- c. 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 Tablas 5.1, 5.2 y 5.3 y Figuras 5.1, 5.2 y 5.3 correspondientes a los tres tramos y respectivos planos de reducción indicados, esto es, Corumbá - Asunción, Asunción (Dalmacia) - Corrientes (Confluencia) y Corrientes - Paraná.. Cabe notar que las curvas representan duraciones (recurrencias) de niveles, y no las condiciones de garantía que fueron utilizadas para la determinación de los niveles de reducción. Las curvas sirven, por consiguiente sólo para caracterizar, de forma estadísticamente correcta, las duraciones de navegación con diversos calados.

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

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 pasos 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 Fé: - 0.76 m.

TABLA 5.1

Niveles Mínimos del Tramo Corumbá - Asunción Referidos al Plano de Reducción para Diversas Recurrencias (cm)

Recurrencia	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
25.000	-47	15	31	56	68	43	-4	-50	-82	-96	-54	-44
12.500	-1	30	56	71	79	83	60	-3	-56	-63	-48	-22
8.333	14	52	65	84	94	84	71	12	-27	-55	-27	-1
6.250	28	57	68	85	116	113	79	34	-25	-35	-22	1
5.000	33	60	77	108	126	125	99	57	-12	-23	-8	17
4.167	36	65	103	143	151	138	137	68	37	-7	2	31
3.571	44	71	109	147	163	211	191	137	77	32	8	38
3.125	56	98	115	151	189	235	216	189	125	40	44	40
2.778	73	115	135	172	226	239	257	257	146	68	51	40
2.500	78	116	146	181	230	249	269	264	219	137	66	62
2.273	89	121	155	193	237	274	289	267	239	157	79	66
2.083	99	122	171	202	245	296	295	274	249	161	94	70
1.923	103	124	175	220	262	307	299	282	265	170	114	85
1.786	123	143	187	225	281	317	306	296	270	188	121	99
1.667	131	158	198	234	295	327	325	317	277	200	128	120
1.563	137	162	209	245	303	341	339	334	287	208	154	132
1.471	144	168	220	263	320	342	344	344	304	212	166	135
1.389	158	187	233	282	323	357	351	349	324	228	179	150
1.316	169	192	247	287	333	366	365	379	327	248	189	165
1.250	182	209	254	310	347	386	408	388	332	262	194	182
1.190	203	240	269	325	349	398	416	397	335	266	201	190
1.136	220	277	315	333	389	481	430	402	343	280	229	209
1.087	234	303	341	350	426	489	453	406	349	292	233	227
1.042	246	328	383	423	464	510	456	409	360	313	242	230
1.000	321	360	402	502	550	514	497	439	398	367	257	239

TABLA 5.2

Niveles Mínimos en el Tramo Asunción - Corrientes Referidos al Plano de Reducción para Diversas Recurrencias (cm)

Recurrencia	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
25.000												
12.500	5	103	123	117	55	82	70	53	59	49	62	24
8.333	47	140	146	157	95	91	87	74	80	54	75	58
6.250	84	153	148	163	124	93	96	88	81	55	83	83
5.000	111	156	156	167	148	142	106	96	83	82	85	103
4.167	122	159	163	169	153	161	116	111	86	84	88	103
3.571	125	160	166	169	160	173	140	114	94	86	89	109
3.125	147	167	178	169	172	185	169	118	104	91	90	128
2.778	166	174	186	169	176	186	174	120	106	94	91	140
2.500	174	191	190	181	184	212	200	125	110	103	114	164
2.273	194	196	192	181	200	218	212	133	121	132	132	166
2.083	195	214	201	192	201	219	217	137	129	141	142	168
1.923	204	234	211	203	206	221	223	159	141	153	163	171
1.786	211	236	212	204	209	221	224	176	146	156	173	171
1.667	220	252	230	204	222	228	232	187	194	170	190	172
1.563	224	252	237	210	234	231	235	197	208	177	193	190
1.471	234	272	244	222	250	248	242	213	232	210	198	208
1.389	243	296	245	236	255	274	252	223	249	237	206	224
1.316	246	300	246	243	257	287	258	226	255	238	210	240
1.250	267	302	251	319	258	306	260	236	259	262	236	281
1.190	275	317	262	324	270	327	262	241	272	288	252	283
1.136	298	343	277	337	311	359	309	269	321	316	292	288
1.087	338	367	291	351	383	443	371	324	352	319	331	339
1.042	362	379	300	355	426	517	387	356	365	320	345	387
1.000	574	568	606	548	594	672	648	447	366	425	406	565

TABLA 5.3

Niveles Mínimos en el Tramo Corrientes - Paraná Referidos al Plano de Reducción para Diversas Recurrencias (cm)

Recurrencia	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
25.000												
12.500	-2	92	110	117	49	64	70	53	52	49	53	24
8.333	47	140	131	157	95	90	87	74	66	54	62	58
6.250	84	153	143	163	124	90	96	88	69	55	66	83
5.000	100	156	148	169	146	93	106	96	75	65	81	84
4.167	117	160	156	169	148	161	116	106	86	81	88	89
3.571	120	172	160	169	158	173	140	111	94	85	89	96
3.125	125	187	166	169	172	185	169	118	104	90	90	103
2.778	128	191	169	169	176	186	174	120	106	91	91	103
2.500	159	192	186	181	184	212	200	125	109	94	98	127
2.273	165	203	199	181	198	218	204	133	110	132	132	140
2.083	180	217	205	187	199	219	208	137	123	136	135	156
1.923	195	232	211	197	201	221	218	159	141	142	156	176
1.786	196	233	212	202	202	221	224	176	146	145	173	180
1.667	229	236	230	204	209	228	227	184	190	150	182	187
1.563	240	270	240	216	222	234	237	187	204	168	190	213
1.471	248	272	242	222	234	239	242	201	213	176	193	216
1.389	259	280	245	236	250	252	252	217	224	210	198	220
1.316	262	287	246	243	254	261	258	220	227	235	201	221
1.250	273	300	251	287	258	287	260	227	244	260	236	273
1.190	282	329	278	288	281	305	263	246	259	279	291	281
1.136	298	329	289	297	311	324	277	269	269	300	298	292
1.087	317	338	317	317	350	400	323	324	280	329	307	322
1.042	320	346	333	328	360	457	355	356	281	337	310	341
1.000	489	478	516	466	453	541	531	421	329	350	373	363

Figura 5.1

Niveles Mínimos (CORUMBÁ - ASUNCIÓN)

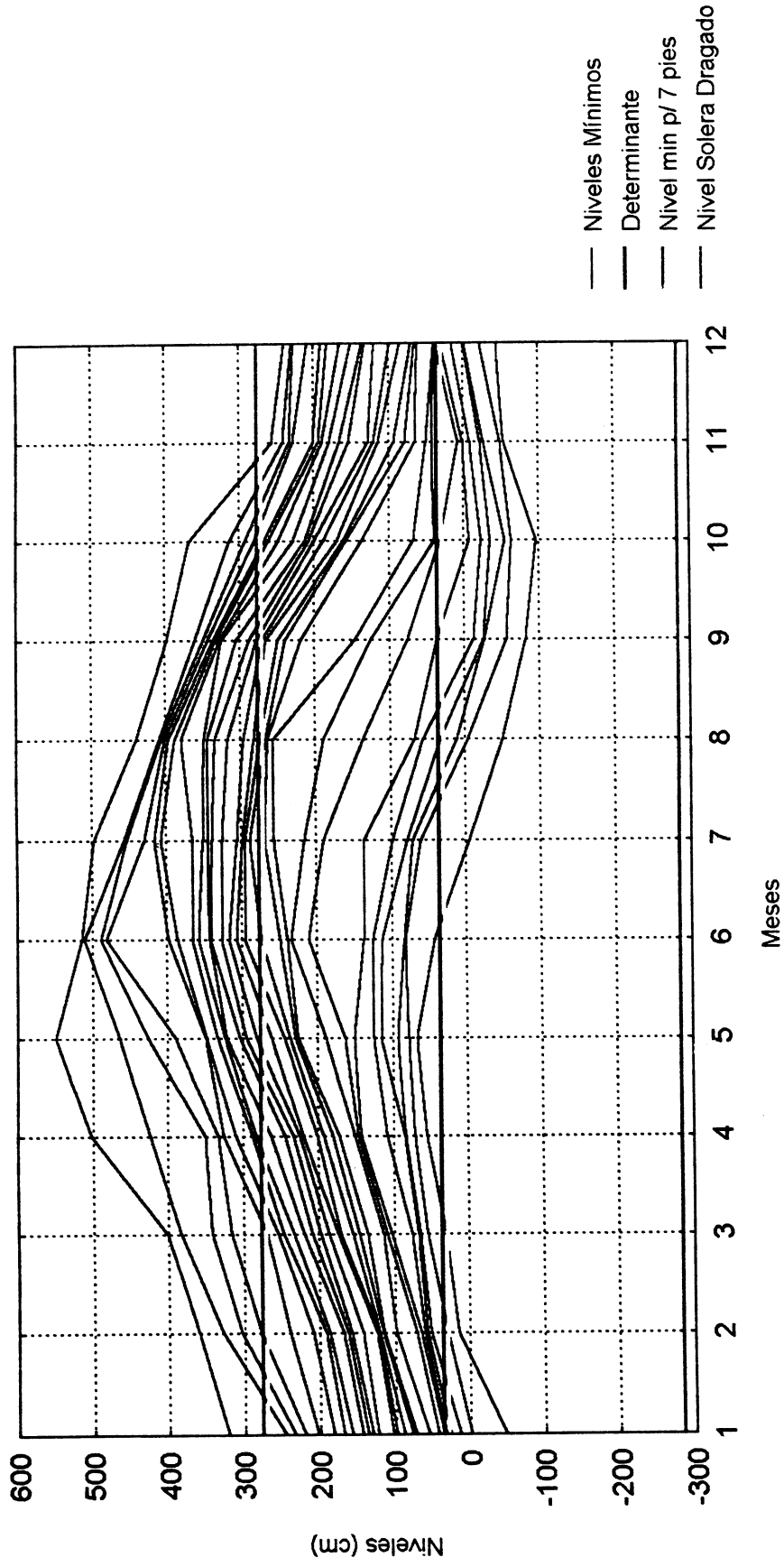


Figura 5.2
Niveles Mínimos (ASUNCIÓN - CORRIENTES)

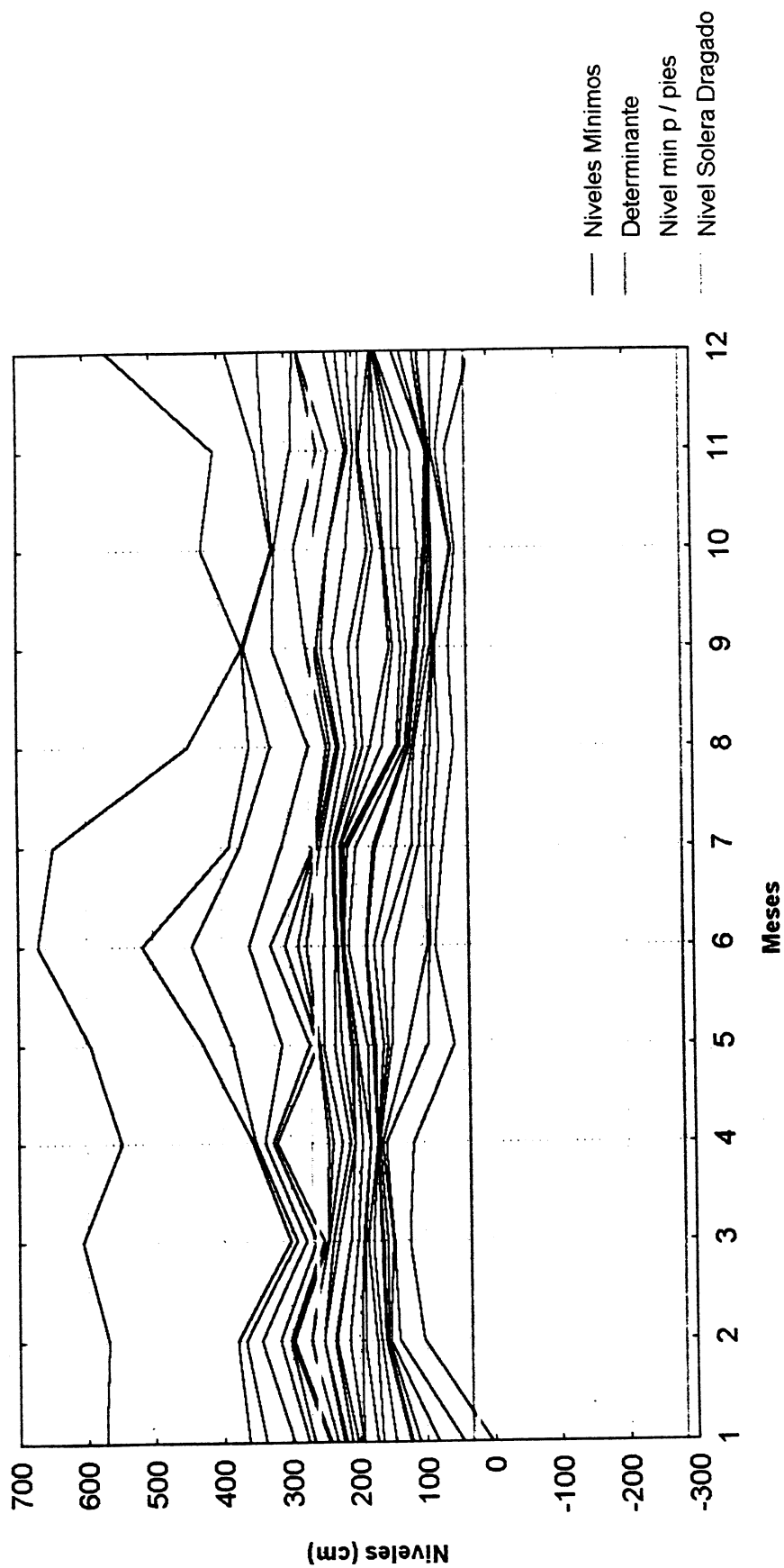
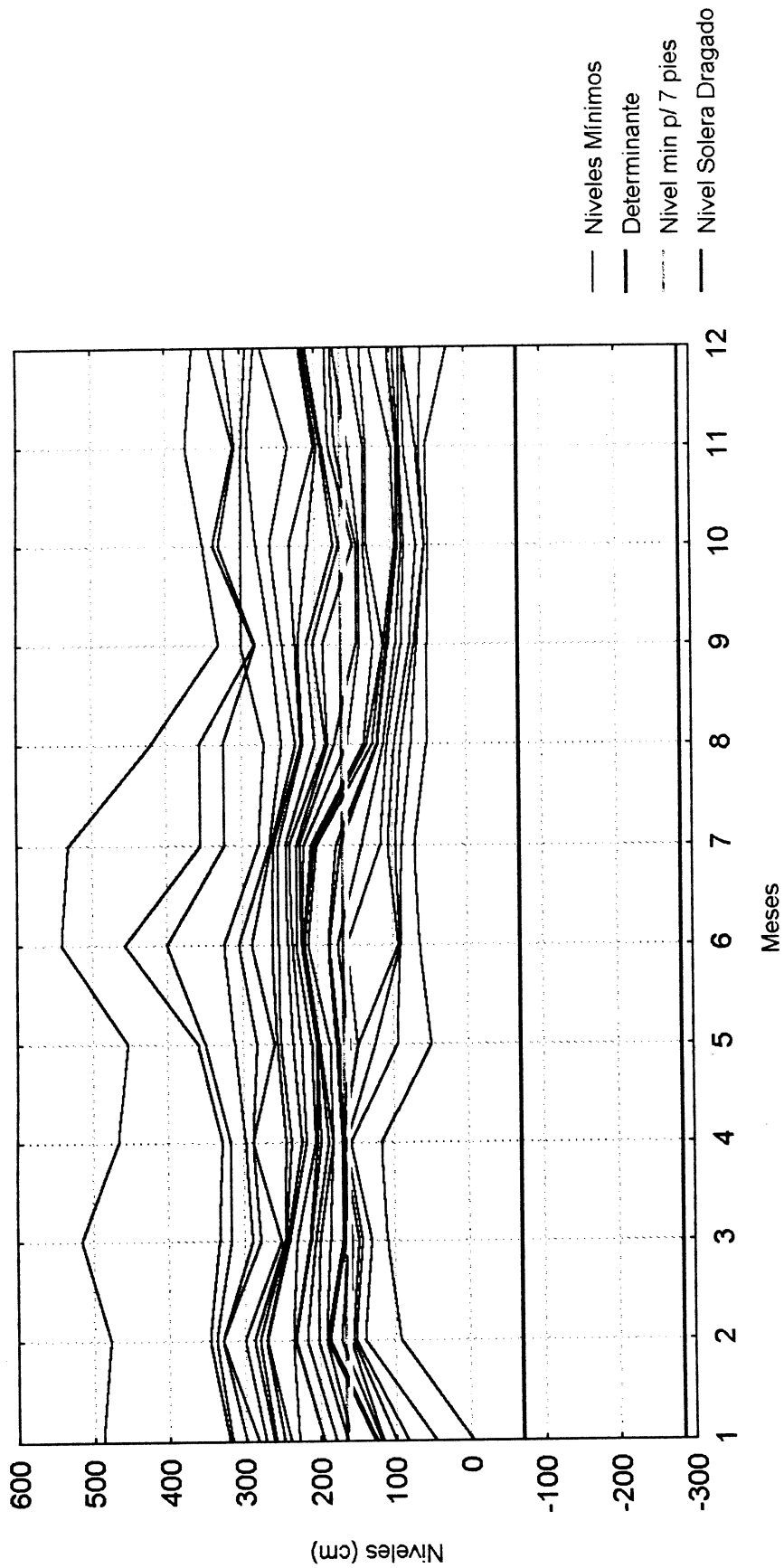


Figura 5.3
Niveles Mínimos (CORRIENTES-PARANÁ)



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 desea 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 correspondiente 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 deberá partir de

un cierto valor mínimo para el cual todavía se verifiquen condiciones soportables en épocas de aguas muy bajas, de forma de no provocar la interrupción de la navegación y el consecuente colapso de las actividades económicas a ella vinculadas. A partir de ese valor se deberán considerar incrementos de profundidad, determinando en cada caso los correspondientes incrementos de costos de dragado y de 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 consignados en las tablas anteriores.

Estos valores han sido introducidos en el cuadro de división modal, habiendo sido utilizados en los análisis de optimización (que incluyen como variable de decisión la profundidad determinante), expuestos en el presente capítulo.

Las recurrencias de niveles de agua han sido aplicadas en el modelo de transporte al definir distintas hipótesis de nivel de agua para cada alternativa de dragado. Es decir, para cada alternativa que define un calado garantizado, o sea "de proyecto", se suponen hasta cinco hipótesis de niveles de agua en las cuales el calado promedio corresponde al calado de proyecto más una variación en el nivel de agua. De las tablas de recurrencias presentadas anteriormente, se agruparon las recurrencias, cada una de la cual tiene una probabilidad de 1/25, ó 4%, de ocurrencia, en las 5 hipótesis. El criterio de definición de las hipótesis fue la identificación de escenarios de nivel de agua que producen condiciones de navegación marcadamente distintas.

La Tabla 5.4 resume los cinco escenarios de nivel de agua, indicando el nivel mínimo durante cada mes del año y la probabilidad de ocurrencia del mismo para los tramos Corumbá-Asunción y Asunción-Santa Fe. Los escenarios 1 y 2, cada uno con una probabilidad de 4%, corresponden a las primeras dos filas de las Tablas 5.1 y 5.2. Durante meses de variación negativa respecto al nivel de referencia, se tienen condiciones en las cuales no se puede navegar con el calado de proyecto de 2.0 m. Bajo estos dos escenarios no se puede navegar durante más de la mitad del año en el tramo Corumbá-Asunción. Las tres siguientes filas de las Tablas 5.1 y 5.2 fueron agrupadas para definir el escenario 3, el cual tiene una probabilidad de 12%. Se tomó los niveles mínimos de la recurrencia de niveles más bajos como representativos de todo el escenario. Similarmente se definieron los escenarios 4 y 5 con probabilidades de 20% y 60%, respectivamente. El escenario 5, el que tiene la mayor probabilidad, produce niveles de agua muy altos que permiten la navegación con el máximo calado posible con barcasas Jumbo para cualquier calado de proyecto.

Tabla 5.4
Niveles de Agua (cm) por Escenario, Mes y Tramo

Escenario	Prob.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
Tramo Asunción - Santa Fe													
1	4%	-0.02	0.91	0.85	0.98	0.485	0.49	0.59	0.32	0.25	0.04	0.17	0.24
2	4%	0.34	0.915	1.1	1.17	0.75	0.64	0.7	0.53	0.52	0.49	0.53	0.28
3	12%	0.47	1.4	1.31	1.57	0.95	0.9	0.87	0.74	0.66	0.54	0.62	0.58
4	20%	1.17	1.6	1.56	1.69	1.48	1.61	1.16	1.06	0.86	0.81	0.88	0.89
5	60%	1.65	2.03	1.99	1.81	1.98	2.18	2.04	1.33	1.1	1.32	1.32	1.4
Tramo Corumbá - Asunción													
1	4%	-0.47	0.15	0.31	0.56	0.68	0.43	-0.04	-0.5	-0.82	-0.96	-0.54	-0.44
2	4%	-0.01	0.3	0.56	0.71	0.79	0.83	0.6	-0.03	-0.56	-0.63	-0.48	-0.22
3	12%	0.14	0.52	0.65	0.84	0.94	0.84	0.71	0.12	-0.27	-0.55	-0.27	-0.01
4	20%	0.36	0.65	1.03	1.43	1.51	1.38	1.37	0.68	0.37	-0.07	0.02	0.31
5	60%	0.89	1.21	1.55	1.93	2.37	2.74	2.89	2.67	2.39	1.57	0.79	0.66

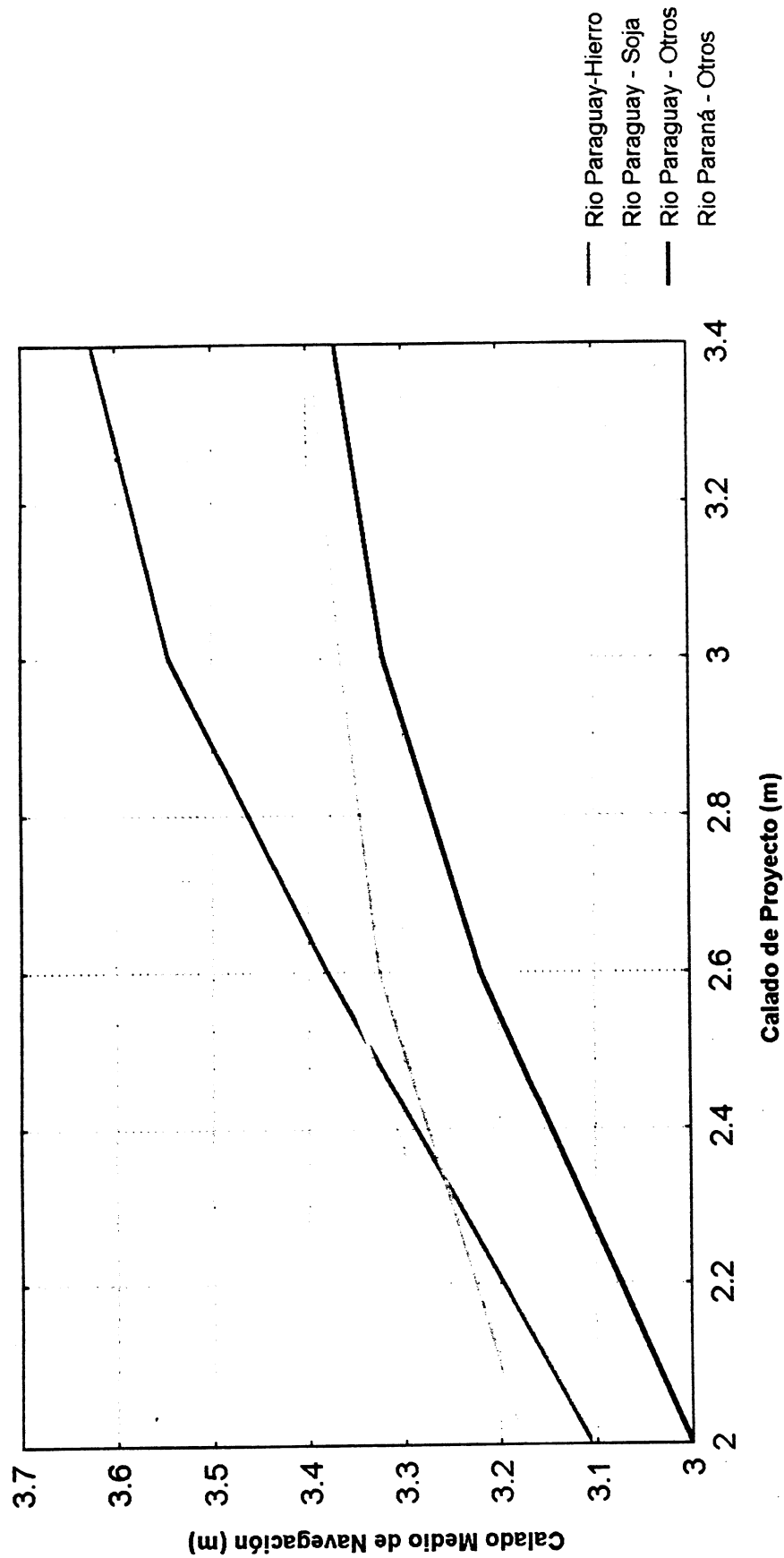
El efecto de la inclusión en la evaluación de alternativas del análisis de variación de niveles de agua es una reducción en la sensibilidad de los costos de transporte hidroviario al calado de proyecto. El hecho de que durante la mayoría de los años los niveles son substancialmente más altos que el cero hidrográfico, hace que los usuarios aprovechen de condiciones superiores de navegación a la de proyecto. Además, durante mucho tiempo los niveles de agua son tan altos que el límite físico de las barcazas inhibe el aprovechamiento de las obras de dragado. Por ejemplo, para el calado de proyecto de 2.6 m., si el nivel de agua es 2.0 m., el calado total disponible sería 4.6 m. Una barcaza Jumbo tiene un límite superior de 3.4 m, así que el calado adicional sería efectivamente perdido.

Esta situación refleja la distinción entre los conceptos de garantía y valor esperado. Porque el sistema de navegación exige la garantía de condiciones mínimas aceptables, se ha establecido un nivel de referencia y alternativas de calado de proyecto que garantizan a los usuarios la posibilidad de navegar aún bajo escenarios de nivel de agua extremadamente bajo. Por otro lado, es importante reconocer que los costos de transporte a los usuarios dependen del nivel del agua, y que durante la mayoría del tiempo el mismo será significativamente más altos que el nivel de referencia. Para el análisis económico de las alternativas, se calculan los costos de transporte en base al valor esperado, o sea condiciones medias de nivel de agua, al ponderar los cinco escenarios definidos.

En la Figura 5.4 se presenta gráficamente el efecto de las variaciones de nivel de agua sobre los calados medios utilizados por los usuarios. La figura 5.4 presenta el calado medio de cada alternativa de proyecto para ciertos productos en los dos tramos principales de la Hidrovía. Se puede observar que, aún bajo la alternativa de calado de proyecto considerado mínimo aceptable, se aprovecha casi 3.0 m. de calado en términos medios. El calado medio sube para cada alternativa de calado sucesiva, pero el efecto neto sobre el calado medio disminuye. Es decir, cada cm. de calado dragado adicional produce menos que un cm adicional de calado medio. El mineral de hierro tiene una sensibilidad más pronunciada al calado de proyecto, puesto que se supone una flota de barcazas más profundas que permiten la navegación con 3.7 m de calado.

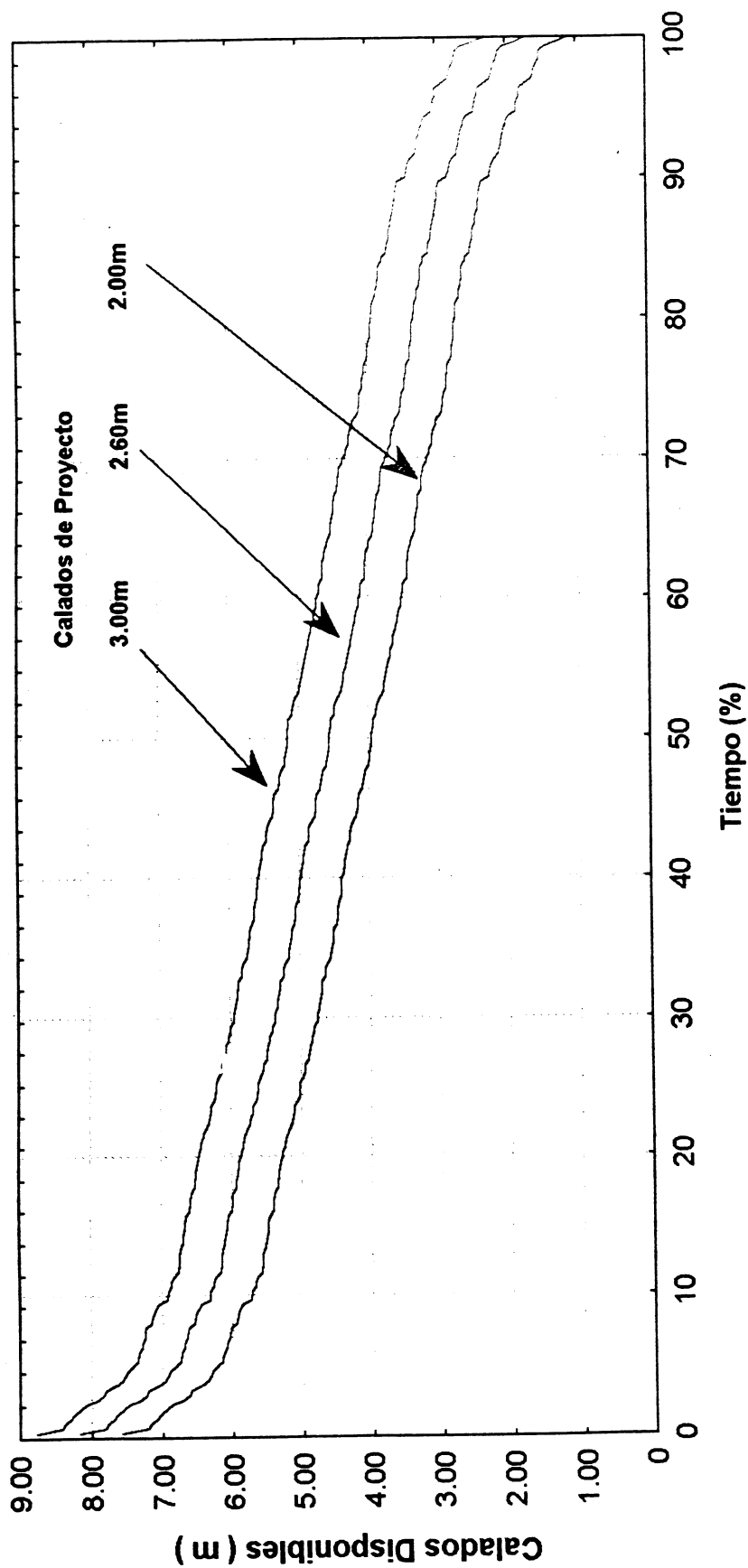
En la Figura 5.5 se representa la variación de los calados medios utilizados, en función del calado de proyecto adoptado para la determinación de la profundidad de dragado, y en la Figura 5.6 se presentan las curvas de duración de calados disponibles para la navegación para tres alternativas de calados de proyecto.

Figura 5.4
Calado Medio De Navegación



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

Tramo Asunción - Corumbá



Tiempo (%)

Figura 5.5

6. **FLUJOS DE TRANSPORTE**

Se trata del análisis y proyección de los flujos globales de transporte correspondientes al área de influencia, clasificados por origen y destino, sin tener todavía en cuenta los medios de transporte utilizados y que se exponen en el Capítulo 13. En la parte 14.1 del presente Capítulo se expone un resumen de estos flujos, aplicados en el análisis de división modal.

7.

COSTOS DE LAS OBRAS DE DRAGADO Y BALIZAMIENTO

Los costos de obras de dragado y balizamiento presentados en esta sección están indicados en precios de mercado. Los precios de cuenta discutidos en 1.3.2 de la sección 14.1 de este informe fueron aplicados a los costos financieros para obtener costos de inversión y mantenimiento en términos económicos a fin de conducir la evaluación económica. Aunque la composición de costos varía en función al volumen de materiales dragados, el tipo de material y equipo, la ubicación del paso y otros factores, se determinó un factor de corrección en base a una composición de costos con condiciones medias. Los factores de corrección están indicados en la Tabla 7.0.

Tabla 7.0: Estructura de Costos de las Obras de Dragado
Cálculo del Factor de Corrección Económica

Rubro	% del Costo Total	Factor de Corrección Económica
Capital	24.2%	1.0
Mano de Obra	36.7%	0.74
Mantenimiento	8.3%	0.91
Combustible	16.2%	0.95
Administración	1.8%	0.91
Otros Costos	8.1%	1.0
Impuestos	0.7%	0
Utilidad	3.9%	0
Total	100%	0.841

7.1 COSTOS DE LAS OBRAS DE DRAGADO Y DERROCAMIENTO

Las obras anteproyectadas constituyen dragados y derrocamientos en los pasos que fueron identificados como restrictivos a la navegación.

A fin de determinar el diseño más conveniente, se plantearon diversas alternativas de dimensiones de canal, las que permiten en condiciones de estiaje la navegación de convoyes de dimensiones diferentes.

Como fuera indicado en el Capítulo 8, se seleccionó para el Proyecto Hidrovia como embarcación de diseño un convoy de barcazas del tipo jumbo, las que poseen una manga del orden de 12 m, una eslora del orden de 60 m, y un calado del orden de 3,0 m

Los convoyes formados por estas barcazas, pueden estar compuestos por un mínimo de 3x3 barcazas hasta un máximo considerado para el estudio, de 5x6 barcazas.

A su vez, el calado garantizado podrá variar desde un mínimo de 2,00 m hasta un máximo de 3,40 para la barcaza definida.

Este conjunto de “embarcaciones de diseño” dá, aplicando los criterios de diseño, el conjunto de alternativas de canal indicadas en el Cuadro 3.1 anterior.

La forma como fueron determinados los proyectos preliminares y las correspondientes estimativas de volúmenes y costos de dragados de apertura y mantenimiento se indican en el Capítulo 9.

Se repiten aquí para la exposición (tablas 7.1 y 7.2), los resúmenes de los costos de dragado y derrocamiento estimados en el Capítulo 9 para las diversas alternativas para las obras de apertura y de mantenimiento anual, y en la Figura 7.1 se caracteriza gráficamente la variación de la inversión inicial con el calado y ancho de proyecto del canal de navegación.

7.2 COSTOS DE LOS SISTEMAS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN

Después de un levantamiento completo de todas las señales existentes a lo largo del tramo Nueva Palmira - Corumbá, se realizó el proyecto de incremento de señales en el Tramo Santa Fé-Corumbá, descrito en el Capítulo 17. Se analizó también el Tramo Santa Fé - Nueva Palmira, en el cuál existe señalización adecuada para navios oceánicos. En ese tramo se incluyeron algunas boyas y balizas en el acceso al puerto de Nueva Palmira, y en algunos trechos se previó señalización para separar la navegación fluvial y marítima.

En la Tabla 7.3, se repite el resumen de los costos de balizamiento, presentado en el Capítulo 17, tanto para la inversión inicial como para el mantenimiento y operación anuales.

Tabla N° 7.1-COSTOS DE DRAGADO Y DERROCAMIENTO DE APERTURA

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

1. - Río Paraná - TRAMO SANTA FE - CONFLUENCIA

Profundidad (m)	Ancho (m)					
	60	65	75	80	90	100
2,6	884,3	893,4	911,5	920,5	938,6	956,8
3,2	1.868,7	1.959,8	2.141,9	2.233,0	2.415,2	2.597,4
3,6	3.093,6	3.275,9	3.640,4	3.822,7	4.096,1	4.187,2
4,0	4.401,4	4.690,0	5.267,0	5.555,5	5.804,7	6.132,6

2. - Río Paraguay - TRAMO CONFLUENCIA - ASUNCION

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

3. - Río Paraguay - TRAMO ASUNCION - RIO APA

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

4. - Río Paraguay - TRAMO RIO APA - CORUMBA

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

5. - CANAL TAMENGO

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

Tabla N° 7.1-COSTOS DE DRAGADO Y DERROCAMIENTO DE APERTURA

7.1 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	98.254,7	108.344,5	134.941,2
4,0	82.803,1	90.227,7	102.131,4	109.618,9	121.372,0	136.202,3	167.032,0

Tabla N° 7.2 - COSTOS ANUALES - DRAGADOS DE MANTENIMIENTO

7.2.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	125
2,6	723,4	724,3	726,2	727,1	729,0	730,9	735,8
3,2	1.239,7	1.283,7	1.371,6	1.415,6	1.503,5	1.591,5	1.811,3
3,6	1.715,8	1.788,5	1.930,4	2.006,6	2.152,0	2.297,4	2.660,8
4,0	2.126,9	2.233,8	2.474,9	2.587,5	2.801,4	2.931,5	3.517,2

2. - Río Paraguay - TRAMO CONFLUENCIA - ASUNCION

Profundidad (m)	Ancho (m)						
	60	65	75	80	90	100	125
2,6	1.234,2	1.158,5	1.226,9	1.157,6	1.329,5	1.507,8	1.678,8
3,2	1.969,2	1.954,8	2.145,7	2.137,6	2.432,0	2.732,8	3.046,0
3,6	2.452,0	2.463,3	2.749,9	2.782,2	2.951,1	3.537,8	4.216,5
4,0	3.102,0	3.076,6	3.253,7	3.510,8	3.869,3	4.494,5	5.535,2

3. - Río Paraguay - TRAMO ASUNCION - RIO APA

Profundidad (m)	Ancho (m)						
	60	65	75	80	90	100	125
2,6	2.246,6	2.308,8	2.418,3	2.475,6	2.590,0	2.704,5	2.990,7
3,2	3.764,8	3.944,4	4.295,3	4.477,4	4.832,7	5.188,2	6.076,6
3,6	5.578,0	5.900,2	6.536,3	6.866,9	7.948,3	8.592,9	10.204,1
4,0	7.728,4	8.302,9	9.020,6	8.725,8	9.544,5	11.589,4	14.373,8

4. - Río Paraguay - TRAMO RIO APA - CORUMBA

Profundidad (m)	Ancho (m)						
	60	65	75	80	90	100	125
2,6	903,5	926,8	968,6	989,4	1.031,1	1.234,5	1.177,2
3,2	1.761,1	1.852,7	2.030,9	2.120,0	2.298,1	2.637,4	2.921,8
3,6	2.235,7	2.364,5	2.617,2	2.743,5	2.996,2	3.410,5	3.879,9
4,0	2.728,0	2.894,9	3.223,7	3.388,1	4.199,9	4.207,4	4.866,8

5. - CANAL TAMENGO

Profundidad (m)	Ancho (m)						
	60	65	75	80	90	100	125
2,6	1.244,3	1.323,8	1.407,6	1.575,2	1.742,8	1.427,4	2.341,3
3,2	1.456,0	1.658,2	1.654,3	1.858,2	2.062,0	2.265,8	2.791,2
3,6	1.688,5	1.804,9	1.928,2	2.174,7	2.421,3	2.667,8	3.304,2
4,0	1.945,7	2.083,5	2.229,6	2.521,9	2.814,1	3.106,4	3.865,2

Tabla N° 7.2 - COSTOS ANUALES - DRAGADOS DE MANTENIMIENTO

7.2.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 7.3

SEÑALIZACION DE LA HIDROVIA

INVERSIONES Y COSTOS ANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

RESUMEN GENERAL

Concepto	Inversiones (10³ US\$)	Operación y Mantenimiento (10³ US\$)
1. Boyas y balizas Santa Fé - Corumbá / Canal Tamengo		
1.1 Santa Fé - Asunción		
Sta. Fé (km 585) - Esquina (km 853)	740.4	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	1952.2
1.2 Asunción - Corumbá		
Asunción - Apa (km 2172)	1560.2	859.2
Apa - Corumbá (km 2762)	285.5	508.9
Subtotal	1845.7	1366.1
1.3 Canal Tamengo	43.8	12.8
Total Sta. Fé - Corumbá / Canal Tamengo	5061.6	3331.1
2 Dos bases de señalización adicionales	2010.0	510.3
3 Señalización y facilidades de amarre en Nueva Palmira	156.8	35.2
4 Separación tráfico fluvial y marítimo	35.4	11.1
TOTAL GENERAL	7263.8	3887.7

VARIACION DE LA INVERSION INICIAL CON EL CALADO Y EL ANCHO DE CANAL

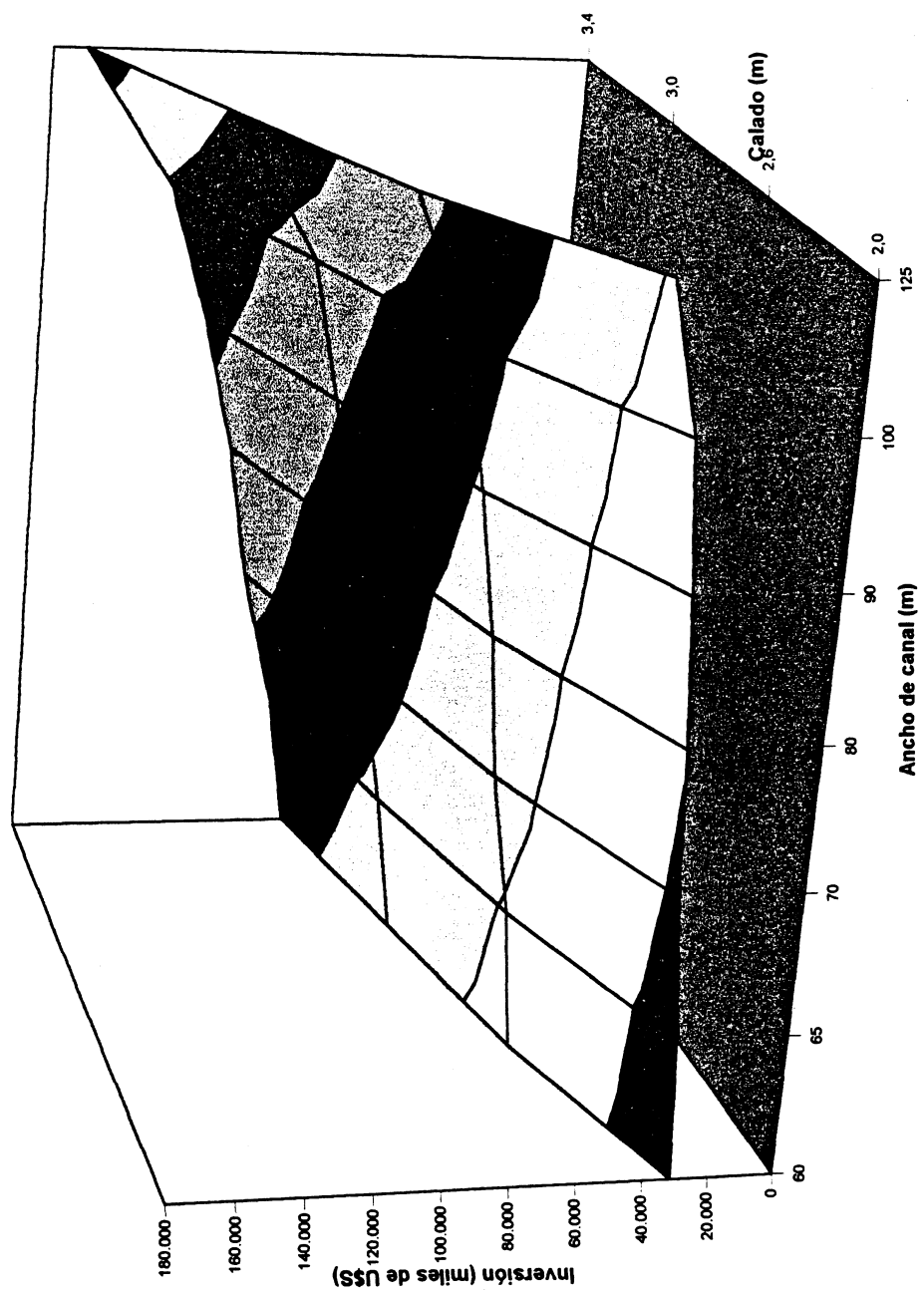


FIGURA 7.1

8. COSTOS DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el Capítulo 12 - “Evaluación del Impacto Ambiental de los Mejoramientos de la Hidrovia”, se identifican los “Costos Ambientales” que deberán ser tenidos en cuenta en el análisis económico expuesto en el presente Capítulo. Fueron identificados dos tipos de costos: el primero se debe a una posible disminución de los rendimientos de la pesca comercial, causada por los efectos de la turbidez generada durante las operaciones de dragado. El segundo se refiere al monitoreo ambiental recomendado para mantener bajo control las condiciones ambientales en los ecosistemas afectados por el desarrollo hidroviario y por otras actividades humanas. En las Tablas 8.1 a 8.4 se presenta un resumen de estos costos, que fueron introducidos en los análisis aquí descriptos.

El costo total de los efectos de la turbidez sobre las pesquerías es U\$S 449.600 es decir un 2,36% de reducción anual en las pesquerías en el área del proyecto. El costo de los impactos del dragado de mantenimiento tiene un costo similar de U\$S 118.600 anual. Se proyectaron estos costos a razón de un 5% anual para incluir en el análisis económico (ver Capítulo 12 - Item 5.4.1.2).

TABLA 8.1

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS PESQUERIAS COMERCIALES DE

LOS RIOS PARAGUAY Y PARANA EN EL TRAMO DE LA HIDROVIA

	SANTA FE-CONFLUENCIA	CONFLUENCIA-ASUNCION	ASUNCION-CORUMBA
Extensión (km)	650	390	900
Tipo de pesquería	Artesanal	Artesanal	Artesanal
Organización	Pescadores independientes cooperativas, acopiadores	Pescadores independientes acopiadores	Pescadores independientes acopiadores
Principales especies	surubí (75%), patí (10%), otras (15%)	surubí (50%), sábalo (20%), patí (18%), Otras (12%)	surubí (47%), patí (15%), pacú (21%), otras (17%)
Método de captura	Mallón a la deriva	Mallón a la deriva	Mallón a la deriva
Pescadores (n°)	1.250	170	980
CPUE(*)	2.250 Kg/pescador/año	4.500 Kg/pescador/año	8.160 Kg/pescador/año
Captura total	3.000 t.	765 t.	8.000 t.
Ingresos totales **	U\$S 5.000.000	U\$S 1.000.000	U\$S 13.000.000

* Captura por unidad de esfuerzo

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

Tabla 8.2

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-Santa 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 8.3

Estimación de los efectos económicos de la turbidez sobre las pesquerías

Tramo	Porcentaje de área total afectada (%)	Valor anual de la pesquería (%)	Costo Ambiental del impacto (U\$S)	Porcentaje de reducción (%)
Río Paraná (Confluencia-Santa Fé)	0,17	5.000.000	8.500	0,17
Río Paraguay (Asunción-Confluencia)	1,47	1.000.000	14.700	1,47
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.-

Tabla 8.4

Costos de monitoreo en las etapas de apertura y mantenimiento

Dragado de apertura		Dragado de mantenimiento	
Monitoreo del agua (U\$S)	Monitoreo del plancton y bentos (U\$S)	Monitoreo de sedimentos (U\$S)	Monitoreo de la calidad del agua (U\$S)
50.000	260.000	38.000	30.000

9. ANÁLISIS DE OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA

9.1 ANÁLISIS DE LA ALTERNATIVA BÁSICA

Para definir las características del canal mínimo, se tomó en consideración el parque existente de empujadores y barcazas, considerando que se debe garantizar operaciones similares a las que ya ocurren en la actualidad, pues de otra forma se estará dejando de utilizar todo el parque de embarcaciones e instalaciones ya existentes. Por ese criterio se definieron las siguientes características:

- calado mínimo de 2,00 m;
- convoy mínimo de 4 x 4 barcazas en el Paraná y 3 x 4 barcazas en el Paraguay; y
- no se consideran mejoras del sistema de señalización.

Las barcazas “jumbo” elegidas (en base al análisis de la flota existente) como embarcaciones de proyecto de la Hidrovía, navegan normalmente con calado de 10 pies (3,05 m.) hasta cerca de 11 pies (3,36m.), dependiendo del tipo y peso específico de la carga. Se ha admitido que en circunstancias excepcionales de aguas bajas, esto es, en las condiciones correspondientes al criterio utilizado para la fijación de los niveles de reducción (90% del tiempo en un año seco con período de recurrencia de 1:10), se pueda nevar con calado del orden de 6,5 pies (~2,0 m), lo que representa un mínimo para la navegación en condiciones económicamente aceptables, al aumentar en 65% los costos unitarios de transporte. Esto significa que ya no se cumplen las condiciones de garantía representadas por el nivel de reducción, puesto que en los períodos con niveles inferiores al mínimo aceptado (10% del tiempo) se tendrán disponibilidades de calado inferiores a 6,5 pies. Aún así se supone que estas condiciones, aunque difíciles, no llevarían a un colapso de la navegación, que es el supuesto básico adoptado para el Caso Base. Sin embargo, al considerarse un calado de proyecto mayor, del orden de 2,6 m (8,5 pies), debe considerarse un beneficio correspondiente a la mayor garantía de navegación, lo que ha sido hecho en el análisis económico.

La cuestión siguiente a esa definición es: existe justificativa económica de la garantía de esas características mínimas? La respuesta involucra, además del cálculo de los costos de transporte de los productos a través de medios alternativos, una serie de consideraciones acerca de los perjuicios a la actividad económica regional que ocurrirían con la interrupción de la navegación por un período prolongado.

9.1.1 Efectos de un Posible Colapso en la Navegación

La navegación en los ríos Paraná y Paraguay hasta Corumbá ha dado origen a un expresivo desarrollo económico del cual participan los cinco Países Miembros de la Hidrovia. En razón del largo período de aguas altas en el Paraguay en los últimos años, se desarrolló la navegación por empuje, con varios armadores operando con un parque considerable de empujadores y barcazas.

Naturalmente, si las aguas bajaran y permanecieran bajas por un período similar al discutido en la sección 5, toda esa actividad entrará en colapso.

Es necesario también distinguir entre los ríos Paraná y Paraguay. El primero, por estar aguas abajo de una serie de embalses, y también por su propio porte, tiene muy baja probabilidad de que la navegación entre en colapso total. Así, de las consecuencias listadas arriba, aquellas que se relacionan al río Paraguay tienen mayor probabilidad de ocurrir en la práctica.

Se pueden distinguir tres tipos de consecuencias económicas:

- (a) Algunos productos actualmente transportados por la Hidrovia tendrán que encontrar rutas alternativas. Por ejemplo:
 - La soja boliviana probablemente llegará a la exportación por vía ferroviaria a los puertos de Santos o Paranaguá, como ya lo hizo en el pasado;
 - La soja paraguaya que hoy sale por la Hidrovia se dividirá entre las dos rutas alternativas ya utilizadas hoy: por camión a Paranaguá y vía tren a Río Grande;
 - La celulosa de Misiones y Corrientes, así como los derivados de soja de Reconquista, tendrán que llegar a la región del litoral argentino por ferrocarril o camión.
 - El clínker que hoy sigue de Valle Mí a la cementera en Villeta podría transportarse por carretera o a través de embarcaciones de menor porte. En cualquier caso se necesitarían inversiones para mejorar la carretera o para adquisición de embarcaciones adecuadas en la cantidad requerida.
- (b) Algunos productos de importación de Paraguay (petróleo y derivados, trigo) y Brasil (trigo) podrán cambiar de ruta o quizás de fuente de abastecimiento:

- Paraguay podrá 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 podrá seguir de Argentina a Paraguay por vía ferroviaria, pero para Mato Grosso do Sul probablemente la importación por Santos o Paranaguá será más adecuada.
- (c) Para los minerales de hierro y manganeso de Urucum y Mutún, su propia producción quedará gravemente amenazada, pues no podrán llegar de forma económica a las plantas argentinas ni mucho menos al exterior. Así su producción probablemente cesará mientras dure un colapso en la navegación.

Este último caso, juntamente con el petróleo crudo, son los más difíciles de evaluar. La interrupción de la producción de la planta existente trae 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.

Los casos de simple desvío hacia rutas o medios alternativos son los mas sencillos del punto de vista de estimación de los efectos económicos: basta utilizar la propia estructura del modelo de costos y división modal para calcular los diferenciales de costo de transporte.

9.1.2 Estimación de los Costos del Tráfico Desviado a Otros Medios

En el análisis que sigue, se buscó simplificar el problema de la siguiente forma:

- (a) Se supone que, caso ocurra el hipotético colapso, no se producirá más mineral de hierro y manganeso en la región;
- (b) Los demás productos seguirán por modos alternativos, sin cambiar puntos de origen y destino, incluyendo el clínquer y los derivados de petróleo;
- (c) Se aplica la estructura de cálculo de costos de transporte y división modal del modelo desarrollado para el presente estudio, para calcular los costos de transporte con y sin la operación de la Hidrovía.

El modelo de transporte se aplicó normalmente a esos casos efectuándose los siguientes cálculos:

- cálculo de los costos de transporte entre cada par de zonas de origen y destino a través de los tres modos (carretero, ferroviario e hidroviario);
- para el modo hidroviario se plantearon dos alternativas: una con la operación con calado de 2,00m y otra con navegación inexistente (costo infinito) separadamente para el Paraná y el Paraguay; cálculo de la división modal para esas dos alternativas;
- cálculo de los costos totales de transporte (suma de los flujos de cada modo multiplicados por los respectivos costos de transporte).

La Tabla 9.1 muestra los resultados en términos de utilización de la Hidrovía por los flujos del área de influencia.

La Tabla 9.2 muestra los resultados de este análisis en términos de costos. En su parte superior, esta Tabla presenta los resultados detallados a nivel de producto, teniendo como ejemplo lo que ocurriría en el año de 1997, para el escenario promedio de proyección de flujos globales. Más abajo, la Tabla presenta un resumen de esos costos, con el cálculo de los valores presentes de todos esos costos de transporte, a la tasa de 12%, durante los 20 años de análisis (1997 a 2016).

Analizando la tabla 9.2 se puede observar que:

- Si ocurriera en 1997 un colapso de la navegación en el tramo aguas arriba de Asunción, los gastos adicionales de los usuarios para transportar sus productos por medios alternativos llegarían a cerca de 29 millones de dólares solamente en ese año.
- Los productos afectados serían la soja boliviana (casi U\$S 12 millones de costos adicionales), el clínquer paraguayo (casi U\$S 11,5 millones) y el trigo de Argentina hacia Mato Grosso do Sul.
- El efecto sería nulo sobre la soja paraguaya y argentina, la celulosa y el petróleo, pues su transporte ocurre aguas abajo de Asunción.
- Si el referido colapso ocurriera desde Santa Fe hasta Corumbá, los perjuicios serían bien mayores, cerca de 76,5 millones de dólares solamente en 1997. En este caso, los demás productos serían afectados, con mayor perjuicio para el petróleo y derivados, cuyos costos son muy bajos por Hidrovía.

TABLA 9.1 - 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	4.785	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	8.571	6.241	3.336	-

2020

Productos	Flujos	Flujos en la Hidrovia (1000 t / año)		
	Globales (1)	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Complejo Soja	8.355	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	17.818	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

TABLA 9.2 - 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	46.591	-	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				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				20.370	5.591	25.961
Mantenimiento Anual				3.953	1.785	5.738
Acumulado 20 años (1)				49.896	18.922	68.819
Costos Ambientales (5)				Asunción - Corumbá	Santa Fe - Asunción	Santa Fe - Corumbá
Inversión Inicial				588	172	760
Costo Anual (8)				191	41	232
Acumulado 20 años (1)				2.018	478	2.496
Costos de Dragado y Ambientales				Asunción - Corumbá	Santa Fe - Asunción	Santa Fe - Corumbá
Inversión Inicial				20.561	5.763	26.721
Acumulado 20 años (1)				51.914	19.400	71.315
Ahorros Probables / (Costos de Dragado y Ambientales)						
Inicial				1,42	8,20	2,86
Acumulado 20 años (1)				1,84	3,51	2,30
Tasa Interna de Retorno (7)				39%	115%	55%
Valor Actual Neto (7)				43.680	48.726	92.405

- 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 Corumbá-Asunción y Asunción-Santa Fé, respectivamente
 - (6) Se supone crecimiento de 5% anual en el valor de los recurso pesqueros
 - (7) Valores aproximados
 - (8) Valores equivalentes medios anuales (los valores reales son crecientes en el tiempo)

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

En la Tabla 9.2 constan también los costos de transporte acumulados en 20 años y descontados a valor actual a la tasa de 12% al año. Los números muestran:

- Un perjuicio acumulado (valor actual) teórico de cerca de 239 millones de dólares en 20 años en el caso de un colapso permanente de la navegación aguas arribas de Asunción.
- Un perjuicio acumulado (valor actual) teórico de cerca de 580 millones de dólares en 20 años en el caso de un colapso permanente de la navegación en toda la Hidrovía aguas arriba de Santa Fe.

Este perjuicio acumulado es teórico porque se refiere al caso hipotético del colapso permanente, durante 20 años, de la navegación. Los datos históricos muestran que es probable que las aguas bajen en el futuro, mas difícilmente eso durará 20 años.

Por otro lado, no es tampoco exacto afirmar que ese desvío de tráfico ocurriría solamente en eventuales años de aguas bajas: si las aguas llegan a bajar y no se interviene, el riesgo real hará que los armadores y usuarios poco a poco disminuyan su interés en la Hidrovía, teniendo como consecuencia el desvío efectivo para otros medios, incluso en tiempos de aguas altas.

Para efectos de cálculo, se puede suponer que el perjuicio más probable es una parte de ese perjuicio teórico de 20 años, ponderado por la probabilidad de ocurrencia de colapso.

Para estimar la probabilidad de ocurrencia de colapso, se pueden utilizar los datos de las Tablas 5.1 a 5.3, presentados en forma de gráficos de recurrencia en las Figuras 5.1 a 5.3. Si se considera que la profundidad mínima para navegación por empuje es de 2,30 m (correspondiente a un calado de 2,00 m), las tablas y los gráficos muestran los períodos de recurrencia (equivalente a probabilidades) en que no se dispone de este valor mínimo en cada mes.

Para el tramo Asunción - Corumbá, la figura 5.3 muestra la distribución de niveles de agua respecto al plano de reducción por período de recurrencia y por mes. Cada línea de las figuras representa una probabilidad de $1/25 = 4\%$ de ocurrencia de niveles de agua. Considerando que el nivel de referencia está cerca de 0,30 m arriba del nivel determinante, de la tabla se puede sacar que hay calado suficiente en los meses en que el nivel mínimo esté arriba de 2,60 m (2,00 de calado + 0,30 de revancha bajo quilla + 0,30 hasta la profundidad natural). De esto se concluye, por ejemplo, que en las

primeras 9 líneas no hay profundidad suficiente en un mes siquiera del año.

Estableciendo el criterio de que el colapso de la navegación ocurrirá siempre que haya menos de tres meses al año con la profundidad requerida, se concluye que, para el tramo Asunción - Corumbá, 10 años en cada 25 (40%) serán años de colapso si no se interviene. El criterio se justifica puesto que el transporte por empuje, debido a la magnitud de las cargas involucradas, no se contrata puntualmente sino a través de compromisos de plazos más largos.

Para el tramo Santa Fe - Confluencia, la figura 5.1 muestra distribución similar, con la diferencia de que el nivel de referencia está 0,76 m abajo del nivel determinante, así que la navegación es posible siempre que el nivel mínimo esté arriba de 1,54 m (2,00 m de calado + 0,30 m de revancha bajo quilla - 0,76 m de diferencia con la profundidad natural). De eso se concluye que en 5 de cada 25 años (20%) habrá calado insuficiente en más de 9 meses, caracterizando el colapso de la navegación.

De acuerdo a ese razonamiento, se pueden calcular los perjuicios probables debido a la interrupción de la navegación:

- Tramo Asunción - Corumbá

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: US\$ 340.631.000

Porcentaje de años sin navegación: 20%

Perjuicio probable: US\$ 68.126.000

- Tramo Santa Fe - Corumbá

Perjuicio probable: US\$ 163.720.000

9.1.3 Comparación con los Costos de Obra y Ambientales

En la Tabla 9.2 se presentan los costos de dragado, calculados en términos de precios de cuenta, de acuerdo a los parámetros indicados en la sección 1.3.3.4 de la Sección 14.1.

Para la comparación con esos costos, los beneficios del dragado son iguales a los perjuicios que ocurrirían caso no se efectuara el dragado.

La comparación entre esos costos y los beneficios muestran que un colapso en la navegación ocurriera luego en 1997 (primer año de operación), los beneficios de las obras de dragado serían inmediatos y de alto monto:

- Relación B/C de cerca de 1,42 en el tramo Asunción - Corumbá (US\$ 29.256.000 de ahorro (en 1997) contra 20.561.000 de costos de dragado y ambientales); y
- Relación B/C de cerca de 2,86 en el tramo Santa Fe - Corumbá (US\$ 76.507.000 de ahorro en 1997 contra 26.591.000 de costos de dragado y ambientales).

Considerando ahora el período de proyecto de 20 años, el análisis compara los perjuicios probables calculados anteriormente, con el valor actual de la inversión en dragado inicial más su mantenimiento anual, resultando los siguientes valores:

- Tramo Asunción - Corumbá

Valor actual del dragado inicial más mantenimiento: US\$ 51.914.000

Beneficio Probable: US\$ 95.594.000

Valor Actual Neto (B - C): US\$ 43.680.000

Retorno sobre los gastos (B/C): 1,84

Tasa Interna de Retorno 39%

- Tramo Santa Fe - Asunción

Valor actual del dragado inicial más mantenimiento: US\$ 19.406.000

Beneficio Probable: US\$ 68.126.000

Valor Actual Neto (B - C): US\$ 48.726.000

Retorno sobre los gastos (B/C):	3,51
Tasa Interna de Retorno	115%
- Tramo Total (Santa Fe - Corumbá)	
Valor actual del dragado inicial más mantenimiento:	US\$ 71.315.000
Beneficio Probable:	US\$ 163.720.000
Valor Actual Neto (B - C):	US\$ 92.405.000
Retorno sobre los gastos	2,30
Tasa Interna de Retorno	55%

Las figuras 9.1 y 9.2 ilustran estas comparaciones.

9.1.4 Conclusión: Justificación de la Alternativa Básica

En vista de los resultados de los análisis precedentes, que, como visto, no consideran la pérdida que representaría para la economía regional la interrupción total de ciertas actividades que sería causada por un colapso de la navegación, se puede concluir que la alternativa básica definida anteriormente está ampliamente justificada en términos económicos.

Los análisis que siguen en las secciones siguientes, deben ser considerados, por lo tanto, como análisis de mejoramientos incrementales en relación a la alternativa básica, que, se repite, es la siguiente:

- calado mínimo de 2,00 m en toda la Hidrovía;
- convoy mínimo de 4x4 barcazas jumbo en el río Paraná, y de 3x4 barcazas en el río Paraguay;
- sin mejoras de los sistemas de señalización.

Véase también en el Capítulo 2, puntos 1.2 y 1.3 una discusión conceptual de este problema básico para la evaluación de la Hidrovía.

Gráficos de Análisis del Caso Base: Dragado para Garantizar Calado Mínimo de 2,00 m

Figura 9.1 - Beneficios en 1997 vs. Inversión Inicial

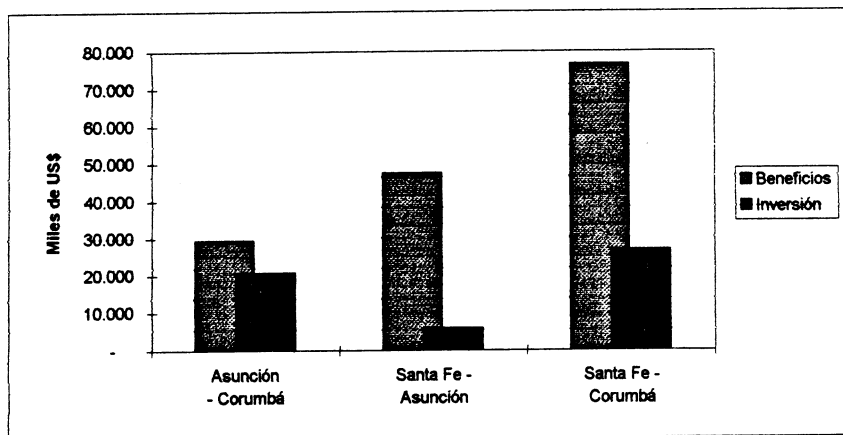
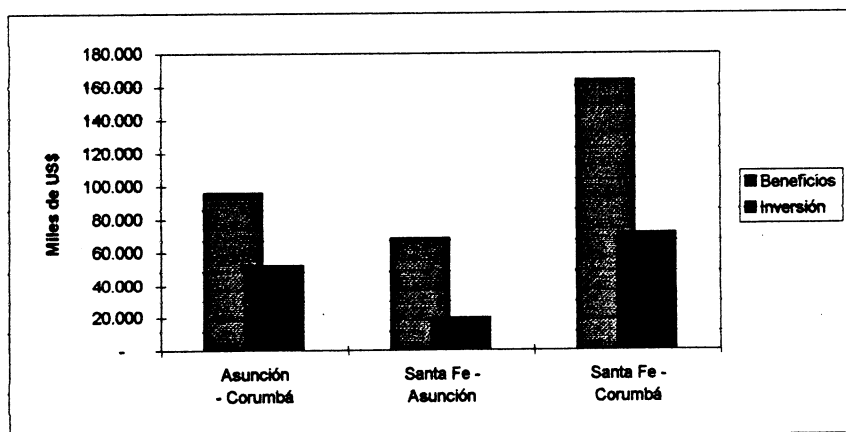


Figura 9.2 - Beneficios Probables en 20 Años vs. Costos de Dragado en 20 Años



		Beneficios	Inversión
Asunción - Corumbá	Asunción - Corumbá	29.256	20.561
Santa Fe - Asunción	Santa Fe - Asunción	47.252	5.763
Santa Fe - Corumbá	Santa Fe - Corumbá	76.507	26.721

		Beneficios	Inversión
Asunción - Corumbá	Asunción - Corumbá	95.594	51.914
Santa Fe - Asunción	Santa Fe - Asunción	68.126	19.400
Santa Fe - Corumbá	Santa Fe - Corumbá	163.720	71.315

9.2 ANALISIS DE OPTIMIZACION DE LOS CANALES DE NAVEGACION

9.2.1 Metodología del Cálculo de los Beneficios

Existen varias clases de beneficios económicos que resultarían de las mejoras consideradas. Generalmente, los beneficios serían los ahorros en los costos transporte producidos por condiciones de navegación más convenientes. Cada tipo de beneficio y la metodología de su cálculo están descriptos a continuación:

a. Ahorros en el Costo de Transporte de Tráfico Normal

Tráfico normal es el que existiría en el caso "sin proyecto", es decir sin la demanda generada por las mejoras. Las proyecciones presentadas en el Capítulo 13 corresponden esencialmente a flujos globales no discriminados por medios de transporte. En base a los costos de cada modo, se calcula la división de dichos flujos globales entre cada uno de ellos.

En el caso de productos para los cuales existe sólo la opción fluvial de transporte, el ahorro se considera como generado por la reducción en el costo unitario de transporte. Este sería el caso de productos como el hierro, 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 los tres modos en la situación de cada alternativa de mejoras con el caso base. Para el segmento de la demanda que permanece en el modo fluvial, los ahorros derivan de la reducción del 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

Aunque el nivel de reducción esté definido para garantizar un nivel de agua mínimo la mayor parte del tiempo, existe la posibilidad que durante seis meses del año el nivel sea menor. El tema de las recurrencias de niveles de agua y su relación con la profundidad determinante de navegación está tratado en la sección 5.

Existen escenarios de nivel de agua bajo los cuales durante varios meses no se puede aprovechar ni siquiera el calado de proyecto de una alternativa. Por ejemplo, para la alternativa de 2,0 m. de calado de proyecto, un nivel negativo, es decir por debajo del nivel de referencia, produce una situación en la cual barcazas jumbo no pueden navegar.

Esta situación podría implicar que ciertos flujos de transporte cautivos del río no podrían atender la demanda total del producto. En el caso específico del mineral de hierro, un producto sin estacionalidad, se requiere navegación virtualmente continua para poder hacer llegar el volumen anual a sus destinos finales. Una interrupción de navegación amenazaría la capacidad de los productores de hierro de firmar contratos de largo plazo con sus clientes y hacer inversiones en la capacidad productiva.

Ante esta incertidumbre existen varias potenciales respuestas de los productores. Primero, podrían dejar de exportar hierro, lo cual no es probable dada la poca probabilidad de recurrencia de la situación extrema de navegación restringida. Segundo, podrían elegir comprar temporariamente los volúmenes necesarios del producto de otras fuentes. Esto significaría un costo probablemente alto y un impacto negativo de corto plazo sobre la economía local, tanto directo como indirecto. Aunque esta eventualidad es posible y los correspondientes impactos negativos son reales, su cuantificación es complicada.

Una tercera posibilidad es que los productores mantengan un inventario suficiente de su producto en reserva para cumplir con sus contratos en el caso de una interrupción de navegación durante varios meses. Esta es otra forma de manejar el riesgo y evitar los efectos nocivos de las limitaciones sobre la navegación. La estimación de su costo es relativamente fácil, estando basado en el valor financiero de dejar una cantidad determinada de mercancía en inventario sin venderla, más el costo de su almacenaje. Sin embargo, dada la poca probabilidad de contar con las condiciones de aguas bajas mencionadas y el alto costo anual de mantener una reserva durante todos los años, (no sólo en los de aguas bajas) su ocurrencia en la realidad es improbable.

Es imposible predecir tanto cuándo ocurrirán las condiciones de aguas bajas extremas como cuáles serían las respuestas de los usuarios. Lo que sí es cierto es que, de una forma u otra, el riesgo de no poder garantizar navegación por seis meses seguidos 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 conservadora de estimar el valor de efectivamente "asegurar" 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. Para no exagerar el valor estimado del riesgo no se considera el costo adicional de almacenaje de la mercancía. Se trata este tema con más detalle en la presentación y discusión de los resultados.

c. Beneficios de Flujos Generados

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 lograra un costo de transporte hidroviario de menos de u\$s 9 por tonelada. Los beneficios producidos fueron calculados de la manera que se explica a continuación.

Primero se calcula una diferencia en el costo de transporte por tonelada en los casos "con proyecto" y "sin proyecto". Tomando el producto de la diferencia en costo unitario y el volumen de carga generado, se determina el valor del ahorro si se tratara de tráfico existente. Pero en el caso de tráfico generado no se puede usar el costo "sin proyecto" como base de comparación dado que los usuarios no están dispuestos a pagar ese costo.

Tradicionalmente, en el análisis de proyectos de transporte, se supone que una curva de demanda en la cual el volumen de carga transportada aumenta, o se genera, el costo de transporte baja. Si se toma la forma de dicha curva como línea recta entre los puntos de volúmenes "con" y "sin" proyecto, se puede calcular el beneficio como el excedente al consumidor definido como el área en el triángulo bajo la curva. Una aproximación del cálculo de dicha área es multiplicar el ahorro calculado en el paso anterior por 0.5, o sea tomar sólo la mitad de los beneficios generados suponiendo que los usuarios estarían dispuestos a pagar un costo menor.

9.2.2 Estrategia de Optimización

Siguiendo el concepto mencionado previamente de evaluar las alternativas de inversión mediante un enfoque incremental, los análisis fueron organizados de siguiente manera:

- a) Partiendo de los anchos de canal de 75 m. y 90 m. en los ríos Paraguay y Paraná como punto de partida (ver la sección 9.1 anterior), se analizan los efectos de incrementos del ancho de los canales con las profundidades indicadas por la evaluación de profundidad. Aplicando la misma metodología, se pueden identificar las alternativas de ancho de canal más convenientes para la profundidad elegida.
- b) Se utiliza el modelo de optimización para analizar la factibilidad de variaciones de la profundidad dragada, manteniendo constante el ancho del canal en 75m y 90m en los ríos Paraná y Paraguay respectivamente, (lo que permite la navegación de convoyes de 3x4 y 4x4). Esto permite la identificación de la profundidad óptima bajo ciertas suposiciones y la eliminación de ciertas opciones.

9.2.3 Optimización del Ancho de los Canales de Navegación

En la Tabla 9.3 se volcaron los resultados de una serie de corridas de la evaluación económica variando las configuraciones del convoy en ambos tramos, y por lo tanto el ancho del canal, manteniendo el calado de diseño entre a los 2,0 metros 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 tramo Santa Fé-Asunción tiene un ancho de 90 m. que permite la navegación de convoyes de 4x4 (E) y un calado de 2.0 m. (0), mientras que el 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. Cabe mencionar que los mismos están ajustados para reflejar los precios de cuenta para la corrida del análisis económico, la cual produce los índices de rentabilidad económica utilizados como criterios de optimización.

Después de los costos, se encuentra un resumen de los flujos de carga transportada en años clave entre 1997 y 2020.

Los beneficios de cada alternativa están calculados en base a los ahorros en el costo de transporte que producen las condiciones de navegación mejoradas para los años 1997 y 2020. Los mismos

HIDROVIA EVALUACION ECONOMICA

	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 (u\$s 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

Tabla 9.3

TAB93.XLS

incluyen los ahorros en costos de productos desviados de modos de transporte más costosos a la Hidrovía, y los de productos que siguen siendo transportados por el río, pero a costos menores. Además se presentan beneficios adicionales producidos por flujos de carga generados por las mejoras (hierro de la zona de Corumbá) y los que resultan de garantizar calado suficiente para permitir el transporte de hierro sin interrupciones durante todo el año.

Los resultados de la evaluación de los flujos de beneficios y costos entre 1996 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 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. Cabe notar que la única diferencia entre el Caso Base y E0B0 es la inversión en ayudas a la navegación que facilitan la navegación nocturna. La razón de expresar los resultados en esta forma es de poder determinar la conveniencia de la inversión en obras de dragado independientemente de la de ayudas a la navegación. 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. Los ahorros en los costos de transporte, al aumentar los tiempos de navegación diarios de 18 a 22 horas, justifican plenamente la inversión inicial de aproximadamente US\$ 7,3 millones y gastos anuales de US\$ 3,9 millones. En el caso del escenario de demanda media se produce una TIR de 58%.

Examinando las alternativas E0B0, E0C0, E0E0 y F0F0, se pueden observar los efectos del ensanchamiento, manteniendo el calado de diseño en 2,0 m. en ambos tramos. El primer aumento de ancho (alternativa E0C0), a los 75 m. en el tramo Corumbá-Cáceres permitiendo la navegación de convoyes de 5 barcasas de largo y 3 de ancho, produce una TIR incremental negativa y un VAN incremental de u\$s -2,9 millones. Esta "pérdida" relativa a la alternativa E0B0 (convoyes de 3x4 en el mismo tramo) parece alta comparada con la inversión y costos anuales de mantenimiento incrementales relativamente bajos. La diferencia entre las alternativas E0C0 y E0B0 en inversión inicial es solamente u\$s 2,7 millones. Esto implica ahorros en los costos de transporte resultantes de la navegación con convoyes más grandes muy bajos. De hecho, se puede observar que los costos por tonelada de transporte con los convoyes de 3x5 serían *mayores* que los de 3x4, por ejemplo, u\$s 16,13 por tonelada versus u\$s 14,41 para el transporte del mineral de hierro en el río Paraguay.

Este resultado parece incongruente con la mayor economía de escala teóricamente alcanzada por utilizar convoyes más grandes. Sin embargo, se puede explicar el resultado por el hecho de que los convoyes de 5 barcasas de largo sufren la necesidad de desmembrarse en varios sectores con curvas cerradas. Esto coincide con lo que se observa en la realidad, pues la formación 3x5 no es utilizada en la Hidrovia. La conclusión tentativa que se puede enunciar es que ninguna opción de convoy de proyecto de más de 4 barcasas de largo sería conveniente. Los resultados de la alternativa F0F0 de la misma tabla son consistentes con este hallazgo. Sería razonable esperar resultados similares de las alternativas de convoyes de 5x6.

Para la otra alternativa presentada en la tabla 9.3, E0E0, 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, se produce un grado de rentabilidad aceptable para la inversión en obras de dragado adicionales al Caso Base. La inversión en obras de dragado de apertura es de u\$s 38,2 millones, con un incremento de u\$s 8,3 millones comparado con el Caso Base. La misma produce una TIR de 13%, y de 35% en total cuando combinado con la inversión en ayudas a la navegación.

Cabe destacar que aunque la TIR de la inversión total es de 35%, inferior a la de ayudas a la navegación sólo (alternativa E0B0 con una TIR de 58%), el Valor Actual Neto sube de u\$s 34,1 millones a 34,6 millones, debido al VAN incremental de u\$s 538.000. El VAN de la inversión total facilita la interpretación de los resultados del análisis incremental, en el cual la conclusión de que una alternativa de menor TIR es más conveniente que otra con un índice de rentabilidad

aparentemente superior. Los VAN de cada alternativa están resumidos gráficamente en la Figura 9.3.

En consecuencia, de la tabla 9.3 puede concluirse que las dos únicas opciones de ancho de canal en el tramo Corumbá-Asunción son B (65 m. para convoyes de 3x4) y E (90 m. para convoyes de 4x4), y la alternativa E (90m.) sería la única para el tramo Asunción-Santa Fe.

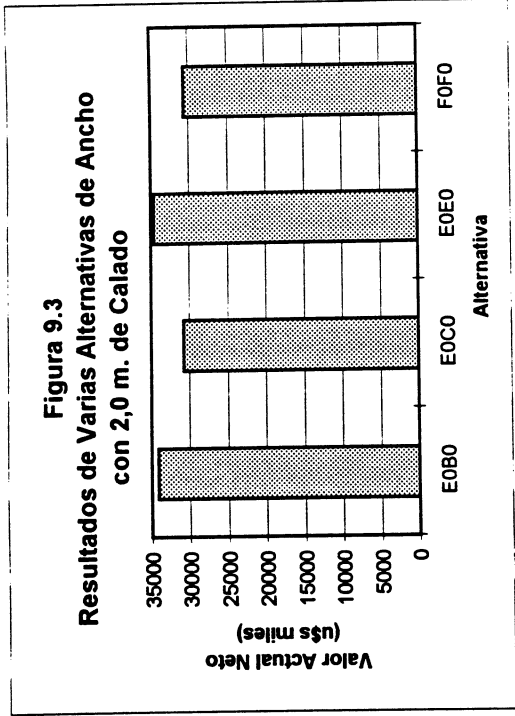
9.2.4 Optimización de la Profundidad Dragada

En la tabla 9.4 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 primera alternativa de calado más allá del Caso Base es E1B1, con un calado de proyecto de 2,6 m. en ambos tramos, la cual produce una TIR incremental alta de 19% para la inversión en obras de dragado. Combinada con la inversión en ayudas a la navegación, la alternativa de 2,6 m. de calado produce una TIR total de 27%, con un VAN de u\$s 46,2 millones, sustancialmente mayor que el de 2,0 m. (VAN de u\$s 31,0 millones). Los resultados están presentados gráficamente en la Figura 9.4.

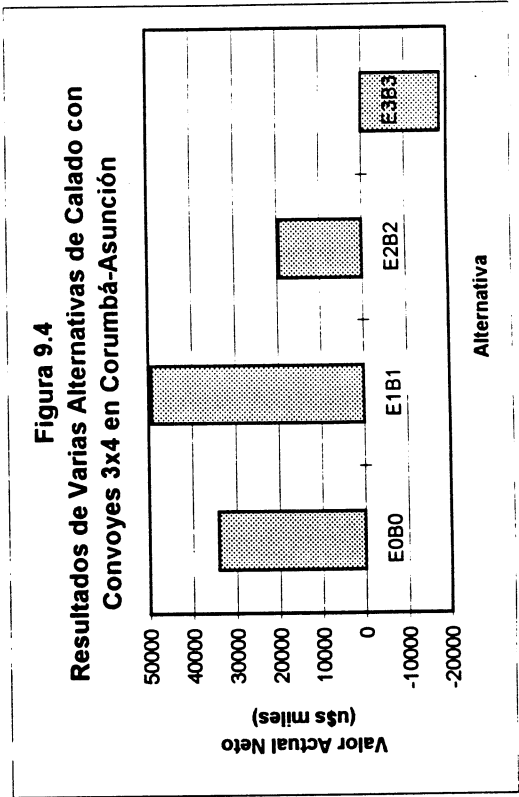
La alternativa E1B1 representa un incremento importante en el costo de dragado, tanto de apertura (u\$s 57,8 millones versus u\$s 29,9 millones para el caso base) como de mantenimiento anual (u\$s 11,4 millones versus u\$s 6,6 millones). Por otra parte, los beneficios suben abruptamente a valores más que suficientes para justificar los costos mayores. La primera explicación del aumento de los beneficios es el ahorro en el costo unitario de transporte debido al incremento del calado. Por ejemplo, el costo de transporte de soja entre Corumbá y Nueva Palmira baja de u\$s 14,41 a u\$s 13,84 por tonelada, mientras el de mineral de hierro entre Gregorio Curvo y Villa Constitución baja de u\$s 9,60 a u\$s 7,60. Dichos ahorros producen beneficios del orden de u\$s 9,7 millones en el año 1997 en comparación con el Caso Base.

Aunque los ahorros son significativos, cabe señalar que no son menores que los esperados para un aumento de calado de 0,60 m. Examinando los calados medios de navegación, los cuales son afectados por las variaciones en niveles de agua, se nota que los 0,60 m. adicionales de calado de proyecto resultan en un aumento de 0,27 m. de calado en el caso de mineral de hierro y 0,15 m. para la soja. El fenómeno de las variaciones permite que los usuarios aprovechen de mucho más calado que el de proyecto en la mayoría del tiempo, dada la definición conservadora del nivel de reducción (el nivel de agua lo supera en gran parte del tiempo) y las condiciones de "garantía" de calado.

FIG9.3



Alternativ	VAN
E0B0	34094
E0C0	30720
E0E0	34632
F0F0	30592



Alternativ	VAN
E0B0	34094
E1B1	49334
E2B2	19467
E3B3	-18611

HIDROVIA EVALUACION ECONOMICA

	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

Tabla 9.4

Las otras fuentes importantes de beneficios son los ahorros en el costo de transporte de los flujos generados del mineral de hierro y el de evitar el costo de "seguros" que surge de la incertidumbre respecto a la posible interrupción de navegación por hasta 6 meses en casos extremos de aguas bajas. Las dos componen los "Beneficios Adicionales" de la tabla 9.4 y varían de u\$s 2,9 millones en 1997 a u\$s 8,8 millones en 2020. De la misma tabla se puede notar el aumento de los flujos de carga por la Hidrovía entre E0B0 y E1B1, por la exportaciones del mineral de hierro de la zona de Corumbá al mercado de los EE.UU. que se realizarían en caso que: (1) el costo de transporte llegue por debajo de u\$s 9 por tonelada, y (2) se garantice la navegación sin posibilidad de interrupción de más de 1 ó 2 meses. Dado que en el caso específico de la alternativa E1B1 se alcanza un costo de transporte de u\$s 7,60 y que el calado de proyecto es de 2,60 m. en el río Paraguay (el mínimo que satisface la garantía de no sufrir interrupciones), se incluyen los flujos generados del mineral de hierro.

Otra consecuencia de la garantía adicional (más allá de la garantía establecida por el nivel de reducción), es que se considera que los productores de mineral de hierro no tendrían que correr el riesgo de pérdidas por interrupción de la navegación durante un período extendido de aguas bajas. Cabe destacar que, como fue tratado en la sección 9.2.1 b, este flujo de beneficios está basado en una serie de suposiciones sobre el valor de la garantía adicional para el usuario.

Las alternativas de calado más profundos, de 3,0 y 3,4 metros, 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. Se ve que los VAN incrementales de las alternativas E2B2 y E3B3 son negativos. De estos resultados se puede concluir que las alternativas de estos calados de proyecto no son factibles.

La tabla 9.5 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 esperar, las alternativas de calado más profundo, E2E2 y E3E3, no son rentables.

La alternativa E1E1 representa una inversión inicial de U\$S 75,4 millones en obras de dragado de apertura, comparada con U\$S 57,8

HIDROVIA EVALUACION ECONOMICA

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 9.5

millones para la alternativa E1B1 de la tabla 9.3. La diferencia se explica por el alto costo de dragado y derrocamiento para ensanchar el canal de navegación en el tramo Corumbá-Asunción al calado de 2,6 m. Esta diferencia en costo determina la conveniencia teórica de la alternativa E1B1 (un VAN de u\$s 46,2 versus 33,8 millones). De todos modos se puede establecer que cualquier alternativa de 4x4 en toda la Hidrovía es factible.

Es importante reconocer que el análisis de sistemas de transporte con modelos numéricos tiene ciertas limitaciones en su capacidad de captar perfectamente todos los factores relevantes a la toma de decisiones. Dado principalmente que los 2,6 m. de calado son necesarios para lograr los flujos generados de mineral de hierro, las dos alternativas E1B1 y E1E1 son superiores a los de 2,0 m. de calado. La decisión de invertir o no en el calado adicional de 2,6 m. depende del grado de confiabilidad e importancia de estos beneficios adicionales.

Por otra parte, la decisión de ensanchar el canal para acomodar convoyes de 4x4 permite el aprovechamiento de sus costos menores de transporte. Por razones prácticas y operativas sería conveniente contar con un canal que permita la navegación de convoyes de 4x4 en los dos tramos de la vía. Por lo tanto, a pesar de que los resultados puramente teóricos implican la conveniencia de la alternativa de 3x4 en el tramo Corumbá-Asunción, se recomienda el convoy de 4x4 para cualquier calado que se elija.

En la tabla 9.6 se considera otra serie de alternativas de convoyes de 4x4 en todo el río que incluye la de 2,6 m. de calado en el tramo Corumbá-Asunción y 3,0 m. de calado en el tramo Asunción-Santa Fe. 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 navegación). Es importante aclarar el significado de las TIR total y, las de obras de dragado exclusivamente. Aunque la alternativa E2E1 (2,60 m. aguas arriba de Asunción; 3,00 m. aguas abajo) tiene una TIR total positiva de 17%, el incremento de 2,60 m. a 3,00 m. resulta en una TIR incremental negativa. La inversión incremental de U\$S 3,8 millones (comparando E2E1 con E1E1) produce una pérdida y, si este criterio es utilizado exclusivamente, implica que la alternativa es subóptima. Aunque el incremento en inversión es relativamente bajo, se puede entender el resultado observando el leve aumento del calado medio utilizado en el Río Paraná (de 3,36 a 3,39m. ambos son efectivamente el máximo posible de barcazas "jumbo") y la correspondiente falta de ahorros importantes en los costos de transporte.

HIDROVIA EVALUACION ECONOMICA

	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%	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

Tabla 9.6

El análisis directo de estos resultados, mostraría que la profundidad de dragado óptima para la Hidrovia considerada en su conjunto desde Santa Fé hasta Corumbá, en el cuál se considera la situación actual para el Tramo Corumbá-Cáceres, o sea ningún tipo de mejoras, sería de 3,20 m (2,60 m de calado garantizado), para todo su recorrido. Sin embargo, la alternativa de una mayor profundización en el Tramo Asunción-Santa Fé, 3,60 m. (3,0 m. de calado) si bien no arroja una TIR incremental positiva, presenta sí una TIR total alta del 17%. Se debe considerar también que el tramo hasta Asunción es utilizado por buques portacontenedores que navegan con 12 pies, y que en los Acuerdos de dragado existentes entre Argentina y Paraguay la profundidad estipulada es la que permite la navegación con calado de 10' (3,05 m). Teniendo en cuenta estos factores, y también la magnitud pequeña de la variación en relación al óptimo teórico, dentro de la precisión posible de estos análisis, se ha establecido como calado de proyecto recomendable en el Tramo Asunción-Santa Fé, el de 3,0 m.

En consecuencia puede concluirse que las dimensiones de canal que deberían ser adoptadas en el Tramo Sta. Fé - Corumbá de la Hidrovia, son las que se indican en el siguiente cuadro:

Tabla 9.7
Resumen de la Alternativa Recomendada

Tramo	Tipo de Convoy	Ancho del Canal	Calado	Profundidad
Asunción-Santa Fe	- 4x4	90 m.	3,0 m.	3,6 m.
Corumbá-Asunción	4x4	90 m.	2,6 m.	3,2 m.

En la tabla 9.8 se presenta otra corrida del modelo de análisis económico en la cual se comparan la alternativa recomendada y la de 2,0 m. de calado en el tramo Corumbá-Asunción.

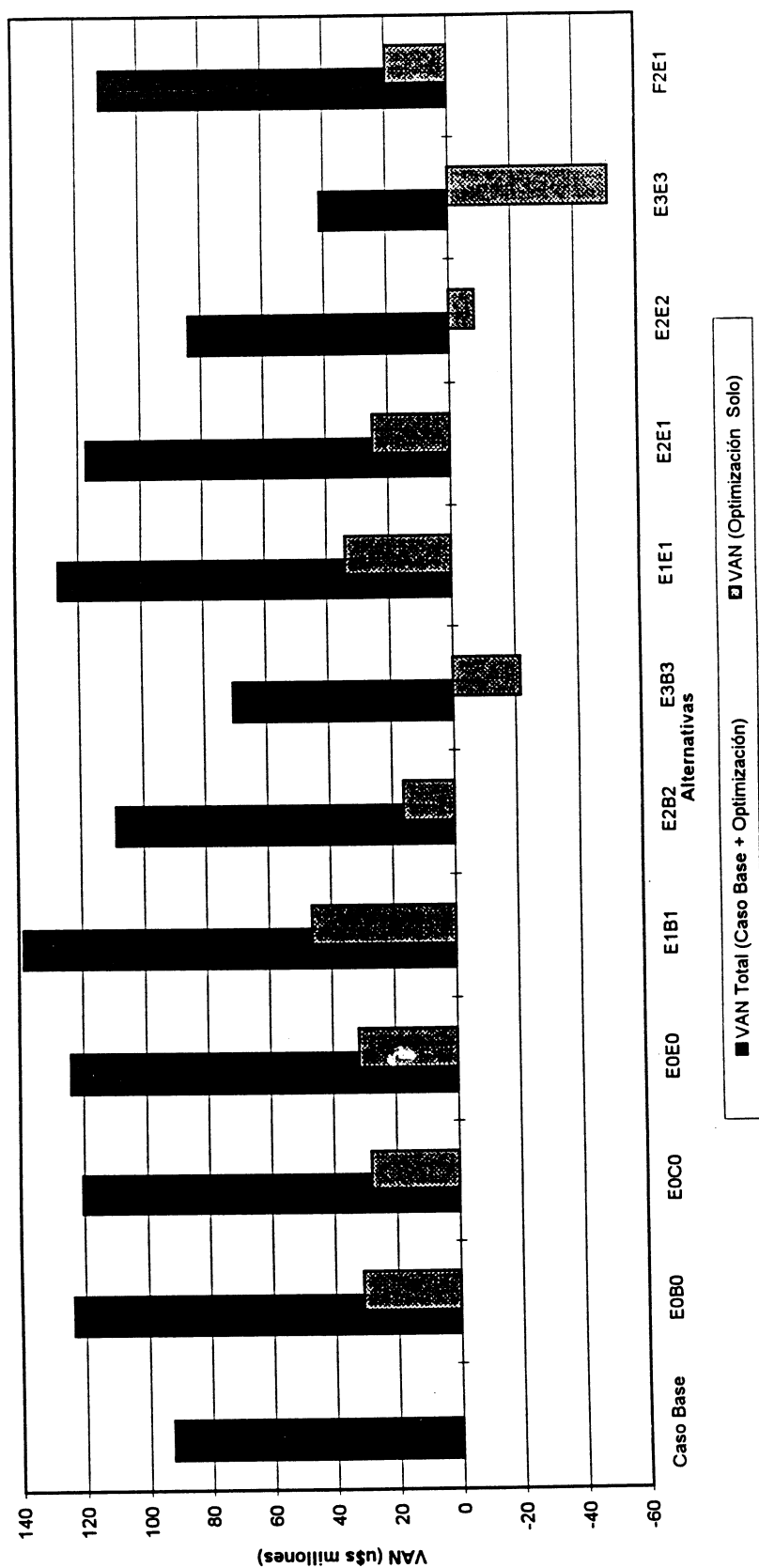
En la figura 9.5 se presentan gráficamente varias de las alternativas analizadas, comparando los índices de rentabilidad del análisis de optimización (comparando cada una con el Caso Base) y los de la factibilidad total de la inversión. Esta se logra al combinar el VAN de optimización con el VAN del Caso Base. Cabe enfatizar que los dos índices no son estrictamente comparables y puesto que el análisis de justificación de las obras del Caso Base comparado con el caso de “no hacer nada” fue realizado con un grado de precisión muy bajo, con la inclusión de beneficios parciales estimados conservadoramente, y basado en hipótesis probabilísticas de un posible colapso del sistema de navegación si no se realizan mejoras. Al contrario, los beneficios del análisis de optimización están basados en la estimación de ahorros

HIDROVIA EVALUACION ECONOMICA

	Caso Base	Alternativa			
		E0B0	E0E0	E2E0	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	3,0	3,0
Asunción-Corumbá	2,0	2,0	2,0	2,0	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	46.704	79.225
Ayudas a la Navegación	-	7.264	7.264	7.264	7.264
Total	29.944	37.208	45.451	53.968	86.489
Costos Anuales de mantenimiento en precios de mercado (us\$ miles)					
Dragado	6.618	6.618	7.422	10.467	14.296
Ayudas a la Navegación	-	3.888	3.888	3.888	3.888
Total	6.618	10.506	11.310	14.355	18.184
Flujos de carga (miles de toneladas)					
1997	6.138	6.298	6.320	6.334	7.349
2020	14.275	14.332	14.332	14.343	17.415
Flujos de hierro generados (miles de toneladas)					
1997	-	-	-	-	1.000
2020	-	-	-	-	3.072
Ahorros costos totales comparados con el Caso Base (us\$ miles)					
1997		6.152	7.182	7.790	10.584
2020		14.366	17.518	18.660	26.565
Otros Beneficios totales comparados con el Caso Base (u\$s miles)					
1997		0	0	0	3053
2020		0	0	0	9379
Resultados de la inversión total (comparado con el Caso Base)					
Tasa Interna de Retorno		58%	35%	18%	17%
Valor Actual Neto @ 12%		30.956	31.493	12.742	24.828
Resultados de la inversión en obras de dragado (comparado con la alternativa E0B0)					
Tasa Interna de Retorno			13%	<0%	10%
Valor Actual Neto @ 12%			538	(18.214)	(6.128)
Resultados de las inversiones incrementales (comparado con la alternativa anterior)					
Tasa Interna de Retorno		58%	13%	<0%	17%
Valor Actual Neto @ 12%		30.956	538	(18.752)	12.086
Calado medio por producto					
Hierro (Río Paraguay)	3,11	3,11	3,11	3,11	3,38
Soja (Río Paraguay)	3,17	3,17	3,17	3,17	3,32
Otros (Río Paraguay)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,22
Otros (Río Paraná)	3,19	3,19	3,19	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	13,46	13,46	12,96
G. Curvo-V. Constitución (hierro)	11,19	9,60	9,06	9,06	7,21
Rosario-Asunción (trigo)	8,32	7,38	7,38	7,09	7,09

Tabla 9.8

Figura 9.5
Comparación de Factibilidad Total de Alternativas



en el costo de transporte con distintas condiciones de navegación, lo cual se puede efectuar con un grado de precisión adecuado. Sin embargo, el gráfico demuestra la alta factibilidad del proyecto en su totalidad y permite apreciar que las diferencias entre las distintas alternativas son relativamente pequeñas cuando el VAN comparativo (VAN incrementado a partir del Caso Base) está combinado con el VAN del Caso Base. De la Tabla 9.2, se desprende un VAN del Caso Base de por lo menos U\$S 92.4 millones.

9.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

9.3.1 Sensibilidad al Escenario de Demanda

En la tabla 9.12 se establece la misma comparación de alternativas de la tabla 9.8, pero con la hipótesis de demanda inferior, en ella puede observarse la sensibilidad de los resultados a los flujos generados de mineral de hierro.

De estas cifras se pueden desprender varias conclusiones. Se observa que los beneficios son altamente sensibles a los flujos generados y al método de estimar el valor del riesgo de interrupciones de la navegación. Esto podría cuestionar la solidez de la conclusión que establece que la alternativa 2,60 m. es más conveniente que las de calados inferiores. No obstante, es importante considerar los factores que no entran en la evaluación económica o no se pueden cuantificar fácilmente. Cuando en un análisis se trata de riesgo y escenarios con consecuencias altamente costosas e inseguras, los flujos de beneficios estimados son más abstractos que los de ahorros en costos de transporte tradicionales. Dadas estas consideraciones, el Consultor opina que un calado de diseño de 2,60 m. como mínimo, se justifica por el concepto de garantía de navegación.

En la tabla 9.13 se presentan los resultados del análisis económico con la hipótesis de demanda superior. La alternativa E1E1 sigue teniendo índices de rentabilidad levemente mayores que los de E2E1, pero todavía adecuados en términos de la inversión conjunta en obras de dragado y de ayudas a la navegación, con una TIR de 21% y VAN de u\$S 44,2 millones.

9.3.2 Sensibilidad a Variaciones en los Costos Ambientales

En el punto 9.2 se analizó el caso base de garantizar 2,0 m. de calado en todo el río comparado con el caso de "no hacer nada". Se incluyeron dentro del marco de este análisis los posibles costos ambientales de la obras y, como resultado, se concluyó que el orden de magnitud de los costos ambientales es tal que no afecta la

HIDROVIA EVALUACION ECONOMICA

	Caso Base	Alternativa			
		E0B0	E0E0	E2E0	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	3,0	3,0
Asunción-Corumbá	2,0	2,0	2,0	2,0	2,6
Horas diarias de navegación	18	22	22	22	22
Escenario de Flujos de Carga	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Inversión Inicial en precios de mercado (us\$ miles)					
Dragado de apertura	29.944	29.944	38.187	46.704	79.225
Ayudas a la Navegación	-	7.264	7.264	7.264	7.264
Total	29.944	37.208	45.451	53.968	86.489
Costos Anuales de mantenimiento en precios de mercado (us\$ miles)					
Dragado	6.618	6.618	7.422	10.467	14.296
Ayudas a la Navegación	-	3.888	3.888	3.888	3.888
Total	6.618	10.506	11.310	14.355	18.184
Flujos de carga (miles de toneladas)					
1997	5.904	6.059	6.080	6.095	6.109
2020	14.315	14.371	14.371	14.383	14.383
Flujos de hierro generados (miles de toneladas)					
1997	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-
Ahorros costos totales comparados con el Caso Base (us\$ miles)					
1997		5.662	6.531	7.137	9.838
2020		14.470	17.664	18.804	26.733
Otros Beneficios totales comparados con el Caso Base (u\$s miles)					
1997		0	0	0	1167
2020		0	0	0	3583
Resultados de la inversión total (comparado con el Caso Base)					
Tasa Interna de Retorno		50%	30%	15%	12%
Valor Actual Neto @ 12%		26.818	25.925	7.160	(689)
Resultados de la inversión en obras de dragado (comparado con la alternativa E0B0)					
Tasa Interna de Retorno			11%	<0%	4%
Valor Actual Neto @ 12%			(893)	(19.657)	(27.506)
Resultados de las inversiones incrementales (comparado con la alternativa anterior)					
Tasa Interna de Retorno		50%	11%	<0%	9%
Valor Actual Neto @ 12%		26.818	(893)	(18.764)	(7.849)
Calado medio por producto					
Hierro (Río Paraguay)	3,11	3,11	3,11	3,11	3,38
Soja (Río Paraguay)	3,17	3,17	3,17	3,17	3,32
Otros (Río Paraguay)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,22
Otros (Río Paraná)	3,19	3,19	3,19	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	13,46	13,46	12,96
G. Curvo-V. Constitución (hierro)	11,19	9,60	9,06	9,06	7,21
Rosario-Asunción (trigo)	8,32	7,38	7,38	7,09	7,09

Tabla 9.12

HIDROVIA EVALUACION ECONOMICA

	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	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
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	6.371	6.538	6.559	7.587	7.588
2020	14.235	14.291	14.291	20.866	20.867
Flujos de hierro generados (miles de toneladas)					
1997	-	-	-	1.000	1.000
2020	-	-	-	6.564	6.564
Ahorros costos totales comparados con el Caso Base (us\$ miles)					
1997		6.642	7.833	11.254	11.331
2020		14.259	17.369	26.242	26.393
Otros Beneficios totales comparados con el Caso Base (u\$s miles)					
1997		0	0	3053	3053
2020		0	0	15969	15969
Resultados de la inversión total (comparado con el-Caso Base)					
Tasa Interna de Retorno		66%	39%	23%	21%
Valor Actual Neto @ 12%		34.929	36.838	53.209	44.210
Resultados de la inversión en obras de dragado (comparado con la alternativa E0B0)					
Tasa Interna de Retorno			15%	16%	14%
Valor Actual Neto @ 12%			1.909	18.279	9.281
Resultados de las inversiones incrementales (comparado con la alternativa anterior)					
Tasa Interna de Retorno		66%	15%	17%	<0%
Valor Actual Neto @ 12%		34.929	1.909	16.370	(8.999)
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

Tabla 9.13

determinación de factibilidad del caso base, aún con aumentos de 100% del valor calculado. Además, dado que los costos ambientales no varían en forma significativa en función de las alternativas de dragado, la elección no es sensible a posibles aumentos en los mismos.

9.3.3 Sensibilidad a la Aplicación de Cobros a los Usuarios

La sensibilidad de los resultados de los análisis a contribuciones percibidas de los usuarios para el cubrimiento de los costos de las obras, inclusive en lo que se refiere a la economía de las mismas, se trata, por motivo de unidad de presentación, en el punto 10-Evaluación Financiera.

9.4 OTROS BENEFICIOS

El mejoramiento de las condiciones de navegación de la Hidrovia, reduciendo riesgos y permitiendo menores costos de transporte, será un importante factor inductor de la ampliación de actividades económicas existentes y de implantación de nuevas actividades. La magnitud y la velocidad en que ocurrirá esa ampliación de actividades es de difícil mensuración, puesto que la misma está relacionada a la existencia de otros condicionantes como disponibilidad de recursos naturales, recursos financieros para inversión, capacidad empresarial, mano de obra calificada, entre otros.

Sin embargo, no hay dudas acerca de la existencia de un impacto autónomo de la Hidrovia, la cual tendrá efectos positivos sobre el nivel de empleo en actividades correlativas como transporte, almacenaje, operaciones portuarias, con sus efectos multiplicativos para toda la cadena económica.

Es importante observar, frente a la experiencia internacional, que el impacto de inversiones en infraestructura, como es el presente caso, puede ser grandemente ampliado si esas inversiones forman parte de un contexto mayor de desarrollo regional. En ese sentido, sería altamente recomendable complementar la inversión a través de la elaboración de un Plan de Desarrollo Sustentado para la región dentro del marco del Mercosur.

10. EVALUACION FINANCIERA

10.1 INTRODUCCION

Los objetivos principales de la evaluación financiera son:

1. determinar un método de financiamiento razonable para posibilitar la implementación de la alternativa recomendada;
2. identificar 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.

Si es que hay, como es el caso de la Hidrovía, beneficios económicos suficientes para justificar la inversión, la tarea de evaluación financiera es de encontrar un mecanismo de financiamiento en que los ingresos sean los adecuados, inclusive considerando las posibles contribuciones de los usuarios, beneficiarios directos de las obras. En la presente sección se trata de este tema.

10.2 IDENTIFICACIÓN DE MÉTODOS ALTERNATIVOS DE FINANCIAMIENTO

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.

a. Los Usuarios

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 de su utilización, la que en el caso de la Hidrovía sería medida por las toneladas transportadas, las toneladas-km (TKU) o alguna variante combinada con el calado realmente utilizado.

Otra alternativa 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 el valor que le corresponde, y se reconoce en función del aprovechamiento del mejoramiento.

Para la consideración de esquemas de financiamiento en los cuales los usuarios contribuyen, no se enfocará el mecanismo de pago propiamente dicho, sino el valor de la contribución en términos de utilización de la vía, o sea TKU. Cabe enfatizar que los cobros a los usuarios analizados no son necesariamente tarifas directas, y podrán asumir cualquier forma en la práctica.

b. La Sociedad

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 de la parte 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 del Gobierno, no se realizarían las obras y la economía no contaría con un elemento clave en el sistema de transporte que permita aprovechar mejor los recursos económicos regionales. Específicamente en el caso de la Hidrovía, varias industrias en la región dependen de la misma para hacer factibles sus actividades.

De igual manera que en el caso de los usuarios, el concepto de contribuciones de los Gobiernos será tratado sin discriminar el mecanismo de obtención de fondos propiamente dichos.

c. Esquemas de Financiamiento

Se examinan 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 a partir del allí. Similar en concepto al punto anterior. Supone que corresponde al Gobierno proporcionar las condiciones mínimas de navegación.*

10.3 EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD FINANCIERA BAJO MÉTODOS ALTERNATIVOS DE FINANCIAMIENTO

En las tablas 10.1a y 10.1b se encuentran los resultados de la evaluación financiera del esquema de financiamiento en el cual los usuarios pagan todo. La tabla 10.1a resume los flujos de ingresos y costos que fueron utilizados para calcular los cobros a los usuarios en u\$s/TKU por tramo a fin de recuperar los costos de la inversión inicial y gastos anuales de mantenimiento de las obras de dragado y las ayudas a la navegación.

En la tabla 10.1b se ve el efecto de los cobros por TKU calibrados sobre el costo total de transporte del usuario para cada par de puertos para el cual el costo fue simulado por el modelo de transporte. Se compara el "flete" actual calibrado por el modelo con el costo financiero del transporte hidroviario con mejoramientos calculado con el modelo, los cobros al usuario por tramo calculado al multiplicar la tarifa unitaria por la distancia de cada tramo, el costo de la alternativa con el cobro al usuario incluido y, finalmente, la diferencia entre el costo con cobro y el flete simulado. Dicha diferencia representa el ahorro en el costo de transporte de la alternativa cuando comparado con los costos actuales.

Se observa que en este escenario el cobro es alto, especialmente en el caso de los productos que usan el tramo Corumbá-Asunción, donde se encuentran costos de dragado y derrocamiento relativamente altos.

Otra observación importante es que el costo por tonelada de transporte de mineral de hierro desde Gregorio Curvo a San Nicolás alcanza U\$S 11.07, perjudicando de esta forma la posibilidad de generar nuevos flujos de mineral de hierro por superar el límite de U\$S 9.

En la tabla 10.2 se encuentran resultados similares a los de la tabla 10.1b, con los costos unitarios hidroviarios en el caso de que el usuario no contribuye.

Las tablas 10.3a y 10.3b presentan los resultados de un esquema intermedio en el cual los Gobiernos pagan el costo de la inversión inicial. Examinando la incidencia del cobro sobre los fletes, se nota que el impacto es menos pronunciado que el de tabla 10b, pero igual

Tabla 10.1a
HIDROVIA EVALUACION FINANCIERA

<u>Suposición</u>	<u>Paraná</u>	<u>Paraguay</u>
Convoy de diseño	4x4	4x4
Ancho del Canal (m.)	90	90
Calado de diseño (m.)	3,0	2,6
Horas de navegación	22,0	22,0
Demanda Media		
Escenario de Financiamiento:	Usuarios Pagan Todo	

	Cobro us\$/TKU	VAN @ 10%	Flujos Financieros Anuales					
			1996	1997	2000	2005	2010	2020
TKU por tramo del río								
Santa Fe-Confluencia	0,000820			3.557	4.280	5.091	6.313	8.731
Confluencia-Asunción	0,001620			2.171	2.496	2.986	3.761	5.259
Asunción-Río Apa	0,003530			2.050	2.400	3.037	3.938	5.747
Río Apa-Corumbá	0,001670			1.534	1.844	2.401	3.190	4.662
Canal Tamengo	0,242000			6	8	13	20	23
Contribución de usuarios por tramo del río (us\$ mil)								
Santa Fe-Confluencia		34.250		2.916	3.510	4.174	5.177	7.160
Confluencia-Asunción		40.150		3.517	4.043	4.838	6.092	8.520
Asunción-Río Apa		88.578		7.236	8.473	10.722	13.900	20.287
Río Apa-Corumbá		33.035		2.562	3.079	4.009	5.327	7.786
Canal Tamengo		24.706		1.345	1.992	3.255	4.838	5.468
Total		220.719		17.577	21.097	26.998	35.334	49.220
Contribución de gobiernos								
Santa Fe-Confluencia		-	-	-	-	-	-	-
Confluencia-Asunción		-	-	-	-	-	-	-
Asunción-Río Apa		-	-	-	-	-	-	-
Río Apa-Corumbá		-	-	-	-	-	-	-
Canal Tamengo		-	-	-	-	-	-	-
Otro		-	-	-	-	-	-	-
Total		-	-	-	-	-	-	-
Costos de dragado por tramo del río (us\$ mil)								
Santa Fe-Confluencia		21.384	4.187	2.152	2.152	2.152	2.152	2.152
Confluencia-Asunción		33.903	10.779	2.951	2.951	2.951	2.951	2.951
Asunción-Río Apa		80.198	44.797	4.833	4.833	4.833	4.833	4.833
Río Apa-Corumbá		28.675	10.895	2.298	2.298	2.298	2.298	2.298
Canal Tamengo		24.631	8.568	2.062	2.062	2.062	2.062	2.062
Total		188.791	79.225	14.296	14.296	14.296	14.296	14.296
Costos de ayudas a navegación por tramo (us\$ mil)								
Santa Fe-Confluencia		12.687	2.157	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313
Confluencia-Asunción		6.142	1.015	639	639	639	639	639
Asunción-Río Apa		8.436	1.560	859	859	859	859	859
Río Apa-Corumbá		4.400	286	507	507	507	507	507
Canal Tamengo		144	44	13	13	13	13	13
Otro		6.548	2.202	557	557	557	557	557
Total		38.358	7.264	3.888	3.888	3.888	3.888	3.888
Flujo de caja por tramo (us\$ mil)								
	TIR	VAN						
Santa Fe-Confluencia	10%	179	(6.344)	(549)	45	709	1.711	3.694
Confluencia-Asunción	10%	105	(11.794)	(73)	453	1.247	2.502	4.930
Asunción-Río Apa	10%	(56)	(46.357)	1.544	2.781	5.030	8.208	14.595
Río Apa-Corumbá	10%	(40)	(11.180)	(243)	274	1.204	2.522	4.981
Canal Tamengo	10%	(69)	(8.611)	(730)	(83)	1.181	2.763	3.393
Otro		(6.548)	(2.202)	(557)	(557)	(557)	(557)	(557)
Total	9%	(6.430)	(86.489)	(607)	2.914	8.815	17.150	31.036

Tabla 10.1b
Efecto de Cobros a los Usuarios sobre los costos por tonelada entre pares de puertos
Costos en us\$ en términos financieros

Suposición
Convoy de diseño
Ancho del Canal (m.)
Calado de diseño (m.)
Horas de navegación
Demanda Media
Escenario de Financiamiento: Usuarios Pagan Todo

Paraná **Paraquay**
4x4 4x4
90 90
3,0 2,6
22 22

Port ID	Puerto de Origen	Puerto de Destino	Tipo de Carga	0.00082				0.00167				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)		0.242		0.00353		0.00187														
				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	0,54	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 Nicolás	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	9,80	0,54	0,62	1,09	0,00	0,00	2,25	11,95	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	Villea	Clinker	0	40	532	0	0	4,84	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	Formosa	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. Murtinho	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	3,55	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	4,26	1,80						

Tabla 10.3a
HIDROVIA EVALUACION FINANCIERA

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	22,0	22,0

Demanda Media

Escenario de Financiamiento: Gobiernos Pagan la Inversión Inicial

	Cobro us\$/TKU	VAN @ 10%	Flujos Financieros Anuales					
			1996	1997	2000	2005	2010	2020
TKU por tramo del río								
Santa Fe-Confluencia	0,000680			3.557	4.280	5.091	6.313	8.731
Confluencia-Asunción	0,001180			2.171	2.496	2.986	3.761	5.259
Asunción-Río Apa	0,001860			2.050	2.400	3.037	3.938	5.747
Río Apa-Corumbá	0,001160			1.534	1.844	2.401	3.190	4.662
Canal Tamengo	0,165000			6	8	13	20	23
Contribución de usuarios por tramo del río (us\$ mil)								
Santa Fe-Confluencia		28.402		2.418	2.911	3.462	4.293	5.937
Confluencia-Asunción		29.245		2.562	2.945	3.524	4.438	6.206
Asunción-Río Apa		46.673		3.813	4.464	5.649	7.324	10.689
Río Apa-Corumbá		22.946		1.780	2.139	2.785	3.700	5.408
Canal Tamengo		16.845		917	1.358	2.220	3.299	3.728
Total		144.111		11.490	13.817	17.639	23.053	31.969
Contribución de gobiernos								
Santa Fe-Confluencia		5.767	6.344	-	-	-	-	-
Confluencia-Asunción		10.722	11.794	-	-	-	-	-
Asunción-Río Apa		42.143	46.357	-	-	-	-	-
Río Apa-Corumbá		10.164	11.180	-	-	-	-	-
Canal Tamengo		7.828	8.611	-	-	-	-	-
Otro		2.002	2.202	-	-	-	-	-
Total		78.626	86.489	-	-	-	-	-
Costos de dragado por tramo del río (us\$ mil)								
Santa Fe-Confluencia		21.384	4.187	2.152	2.152	2.152	2.152	2.152
Confluencia-Asunción		33.903	10.779	2.951	2.951	2.951	2.951	2.951
Asunción-Río Apa		80.198	44.797	4.833	4.833	4.833	4.833	4.833
Río Apa-Corumbá		28.675	10.895	2.298	2.298	2.298	2.298	2.298
Canal Tamengo		24.631	8.568	2.062	2.062	2.062	2.062	2.062
Total		188.791	79.225	14.296	14.296	14.296	14.296	14.296
Costos de ayudas a navegación por tramo (us\$ mil)								
Santa Fe-Confluencia		12.687	2.157	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313
Confluencia-Asunción		6.142	1.015	639	639	639	639	639
Asunción-Río Apa		8.436	1.560	859	859	859	859	859
Río Apa-Corumbá		4.400	286	507	507	507	507	507
Canal Tamengo		144	44	13	13	13	13	13
Otro		6.548	2.202	557	557	557	557	557
Total		38.358	7.264	3.888	3.888	3.888	3.888	3.888
Flujo de caja por tramo (us\$ mil)								
	TIR	VAN						
Santa Fe-Confluencia	10%	99	-	(1.047)	(554)	(4)	828	2.472
Confluencia-Asunción	10%	(78)	-	(1.028)	(645)	(66)	847	2.616
Asunción-Río Apa	10%	182	-	(1.879)	(1.227)	(42)	1.632	4.997
Río Apa-Corumbá	10%	35	-	(1.025)	(666)	(20)	895	2.603
Canal Tamengo	10%	(102)	-	(1.158)	(717)	145	1.224	1.654
Otro		(4.728)	(200)	1.646	(557)	(557)	(557)	(557)
Total	8%	(4.593)	(200)	(4.492)	(4.366)	(544)	4.870	13.785

Tabla 10.3b
Efecto de Cobros a los Usuarios sobre los costos por tonelada entre pares de puentes
Costos en us\$ en términos financieros

<u>Suposición</u>	<u>Paraná</u> <u>Paraguay</u>
Convoy de diseño	4x4 4x4
Ancho del Canal (m.)	90 90
Calado de diseño (m.)	3,0 2,8
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	0.000681							0.001181		0.001181		0.001181		0.1851		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)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				Seg2a	Seg2b	Seg3a	Seg3b	Tam																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

deja un impacto significativo. Las tablas 10.4a y 10.4 b presentan resultados similares para el caso de que los Gobiernos contribuyan lo suficiente para cubrir los costos que corresponden al caso base, aproximadamente u\$s 29,4 millones en el año de apertura, más contribuciones anuales.

A fin de precisar el posible efecto de cobros a los usuarios para el financiamiento de las obras, se corrió el modelo de división modal y evaluación económica con los cobros incluidos con los fletes. Los propósitos fueron: (1) medir la sensibilidad de demanda a distintos niveles de cobro a los usuarios, y (2) apreciar el efecto sobre la factibilidad económica. Cabe recordarse que fue enfatizada la alta sensibilidad de la factibilidad de la alternativa recomendada (y cualquier otra de 2,6 m. o más de calado de proyecto en el tramo Corumbá-Asunción) a los flujos generados de mineral de hierro, los cuales no se realizarían con la aplicación de sobrecargos importantes a los usuarios.

En la tabla 10.5 se presentan los resultados de la evaluación de la alternativa E2E1 con tres escenarios de financiamiento:

- (1) los gobiernos pagan todo (sin sobrecargos a los usuarios);
- (2) los usuarios pagan todo mediante sobrecargos por tonelada-kilómetro; y
- (3) el gobierno paga el costo de inversión inicial y los usuarios pagan el de mantenimiento.

Se ve que los resultados económicos empeoran marcadamente como resultado de la imposición del cargo adicional a los usuarios, debido esencialmente a la no generación de flujos adicionales del mineral de hierro. La TIR total baja de 17% en el caso sin cobros (A) a 13% para los casos B y C. Cabe mencionar que las TIR aceptables (mayores que 12%) son debidas a los beneficios resultantes de la inversión en balizamiento. La inversión en obras de dragado tomada en aislamiento produce resultados no rentables (con referencia al caso base).

En la figura 10.1 se muestran gráficamente los flujos de carga de los tres escenarios. La caída más fuerte ocurre en el caso del mineral de hierro, mientras los productos de soja disminuyen levemente, implicando baja elasticidad a precio de los flujos. Los demás productos son cautivos de la hidrovía y consecuentemente no afectan la división modal. Tampoco se puede describir los flujos del mineral de hierro como elásticos, puesto que la única variación ocurre cuando el precio pagado por el usuario supera u\$s 9,00 y se pierde la

Tabla 10.4a
HIDROVIA EVALUACION FINANCIERA

<u>Suposición</u>	<u>Paraná</u>	<u>Paraguay</u>
Convoy de diseño	4x4	4x4
Ancho del Canal (m.)	90	90
Calado de diseño (m.)	3,0	2,6
Horas de navegación	22,0	22,0

Demanda Media

Escenario de Financiamiento: Gobiernos Pagan el Costo del Caso Base

	Cobro us\$/TKU	VAN @ 10%	Flujos Financieros Anuales					
			1996	1997	2000	2005	2010	2020
TKU por tramo del río								
Santa Fe-Confluencia	0,000650			3.557	4.280	5.091	6.313	8.731
Confluencia-Asunción	0,000970			2.171	2.496	2.986	3.761	5.259
Asunción-Río Apa	0,002300			2.050	2.400	3.037	3.938	5.747
Río Apa-Corumbá	0,001050			1.534	1.844	2.401	3.190	4.662
Canal Tamengo	0,095000			6	8	13	20	23
Contribución de usuarios por tramo del río (us\$ mil)								
Santa Fe-Confluencia		27.149		2.312	2.782	3.309	4.103	5.675
Confluencia-Asunción		24.041		2.106	2.421	2.897	3.648	5.101
Asunción-Río Apa		57.714		4.715	5.521	6.986	9.057	13.218
Río Apa-Corumbá		20.770		1.611	1.936	2.521	3.349	4.895
Canal Tamengo		9.699		528	782	1.278	1.899	2.147
Total		139.372		11.271	13.442	16.990	22.056	31.036
Contribución de gobiernos								
Santa Fe-Confluencia		6.808	939	729	729	729	729	729
Confluencia-Asunción		15.869	5.511	1.330	1.330	1.330	1.330	1.330
Asunción-Río Apa		31.144	13.514	2.309	2.309	2.309	2.309	2.309
Río Apa-Corumbá		12.363	5.273	927	927	927	927	927
Canal Tamengo		15.092	4.708	1.324	1.324	1.324	1.324	1.324
Otro		-	-	-	-	-	-	-
Total		81.276	29.944	6.618	6.618	6.618	6.618	6.618
Costos de dragado por tramo del río (us\$ mil)								
Santa Fe-Confluencia		21.384	4.187	2.152	2.152	2.152	2.152	2.152
Confluencia-Asunción		33.903	10.779	2.951	2.951	2.951	2.951	2.951
Asunción-Río Apa		80.198	44.797	4.833	4.833	4.833	4.833	4.833
Río Apa-Corumbá		28.675	10.895	2.298	2.298	2.298	2.298	2.298
Canal Tamengo		24.631	8.568	2.062	2.062	2.062	2.062	2.062
Total		188.791	9.225	14.296	14.296	14.296	14.296	14.296
Costos de ayudas a navegación por tramo (us\$ mil)								
Santa Fe-Confluencia		12.687	2.157	1.313	1.313	1.313	1.313	1.313
Confluencia-Asunción		6.142	1.015	639	639	639	639	639
Asunción-Río Apa		8.436	1.560	859	859	859	859	859
Río Apa-Corumbá		4.400	286	507	507	507	507	507
Canal Tamengo		144	44	13	13	13	13	13
Otro		6.548	2.202	557	557	557	557	557
Total		38.358	7.264	3.888	3.888	3.888	3.888	3.888
Flujo de caja por tramo (us\$ mil)								
	TIR	VAN						
Santa Fe-Confluencia	10%	(114)	(5.406)	(424)	46	573	1.367	2.939
Confluencia-Asunción	10%	(136)	(6.284)	(155)	160	636	1.387	2.841
Asunción-Río Apa	10%	224	(32.843)	1.332	2.138	3.603	5.674	9.835
Río Apa-Corumbá	10%	59	(5.908)	(267)	58	643	1.471	3.017
Canal Tamengo	10%	16	(3.904)	(223)	31	527	1.148	1.396
Otro		(6.548)	(2.202)	(557)	(557)	(557)	(557)	(557)
Total	9%	(6.500)	(56.545)	(294)	1.876	5.424	10.491	19.471

Tabla 10.4b
Efecto de Cobros a los Usuarios sobre los costos por tonelada entre pares de puertos
Costos en us\$ en términos financieros

Suposición
 Convoy de diseño
 Ancho del Canal (m.)
 Calado de diseño (m.)
 Horas de navegación
 Demanda Media
Paraná 4x4 **Paraguay 4x4**
 90 90
 3,0 2,6
 22 22
Gobiernos Pagan el Costo del Caso Base
Escenario de Financiamiento:

Port ID	Puerto de Origen	Puerto de Destino	Tipo de Carga	0,000651										0,00097	0,0023										0,00105	0,085	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)																																																		
				Seg2a					Seg2b						Seg3a					Seg3b									Tam					Seg2a							Seg2b					Seg3a					Seg3b					Tam					Total				
				Seg2a					Seg2b						Seg3a					Seg3b									Tam					Seg2a							Seg2b					Seg3a					Seg3b					Tam					Total				
1	Corumbá	N. Palmira	Grain	658	380	570	562	0	21,76	12,86	0,43	0,37	1,31	0,59	0,00	2,70	15,66	6,10																																															
2	P. Quijaro	N. Palmira	Grain	658	380	570	562	12	21,83	13,01	0,43	0,37	1,31	0,59	1,14	3,84	16,85	4,99																																															
3	Greg Curvo	Barranqueras	Minerals	52	380	570	425	0	9,98	4,83	0,03	0,37	1,31	0,45	0,00	2,16	6,99	2,99																																															
4	Greg Curvo	San Nicolas	Minerals	658	380	570	425	0	14,11	7,26	0,43	0,37	1,31	0,45	0,00	2,55	9,81	4,30																																															
5	Concepción	N. Palmira	Grain	658	380	310	0	0	15,82	9,80	0,43	0,37	0,71	0,00	0,00	1,51	11,11	4,71																																															
6	Greg Curvo	Villa Hayes	Minerals	0	0	544	425	0	6,05	3,51	0,00	0,00	1,25	0,45	0,00	1,70	5,21	0,84																																															
7	Concepción	Rosario	Grain	658	380	310	0	0	14,54	8,64	0,43	0,37	0,71	0,00	0,00	1,51	10,15	4,39																																															
8	Zarate	Asunción	Petroleum	658	380	0	0	0	7,52	6,12	0,43	0,37	0,00	0,00	0,00	0,80	6,92	0,60																																															
9	Rosario	Asunción	Grain	658	380	0	0	0	10,25	7,09	0,43	0,37	0,00	0,00	0,00	0,80	7,88	2,37																																															
10	Vallini	Villela	Clinker	0	40	532	0	0	4,84	2,76	0,00	0,04	1,22	0,00	0,00	1,26	4,03	0,82																																															
11	Cáceres	N. Palmira	Grain	658	380	570	562	0	48,18	43,49	0,43	0,37	1,31	0,59	0,00	2,70	46,19	1,99																																															
12	Barranqueras	Buenos Aires	Grain	606	0	0	0	0	8,88	6,47	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	6,87	2,01																																															
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	0,14	0,00	0,00	0,00	0,14	1,59	-0,01																																															
15	P. Murtinho	N. Palmira	Grain	658	380	570	32	0	18,91	11,35	0,43	0,37	1,31	0,03	0,00	2,14	13,49	5,42																																															
16	Asunción	N. Palmira	Grain	658	380	0	0	0	11,32	8,21	0,43	0,37	0,00	0,00	0,00	0,80	9,00	2,32																																															
17	Greg Curvo	N. Palmira	Minerals	658	380	570	425	0	15,15	7,87	0,43	0,37	1,31	0,45	0,00	2,55	10,42	4,72																																															
18	Greg Curvo	V. Constitución	Minerals	658	380	570	425	0	14,03	7,21	0,43	0,37	1,31	0,45	0,00	2,55	9,77	4,27																																															
19	Barranqueras	Rosario	Grain	606	0	0	0	0	7,83	5,35	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	5,74	2,08																																															
20	Reconquista	San Lorenzo	Grain	356	0	0	0	0	6,06	3,96	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	4,19	1,86																																															

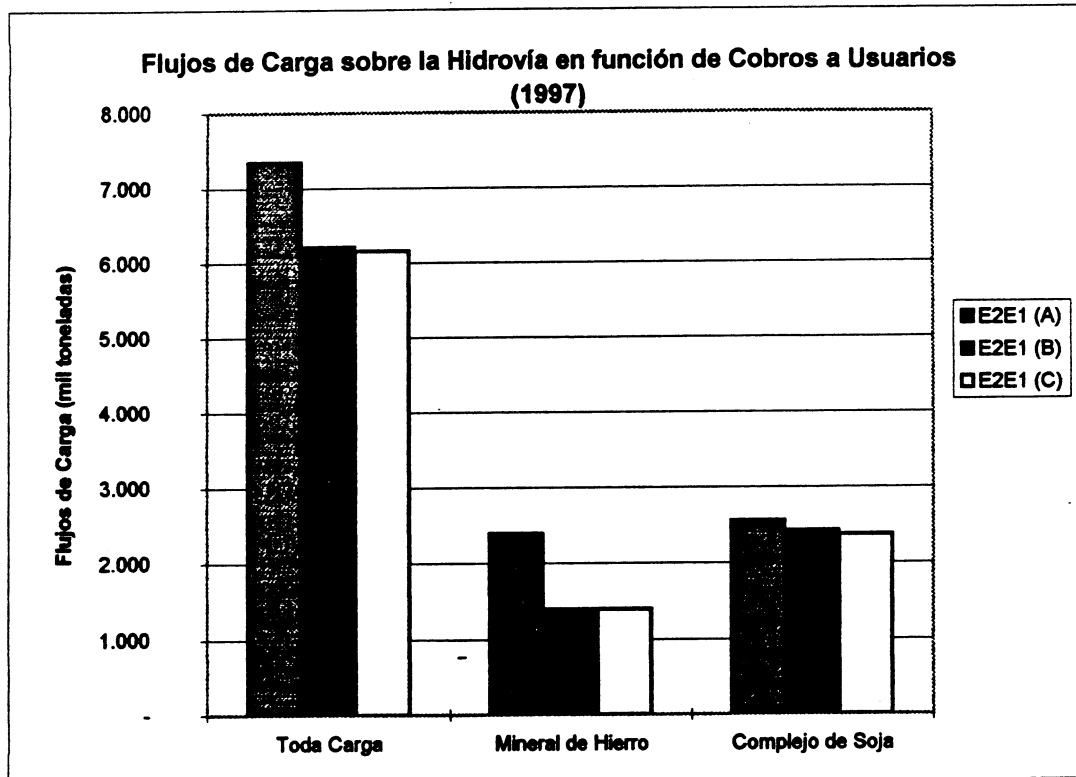
HIDROVIA EVALUACION ECONOMICA

	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 (u\$s 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.

Tabla 10.5

Figura 10.1



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.

E2E1 = Alternativa de convoy 4x4, 2,6 m. calado arriba de Asunción,
3,0 m. aguas abajo.

oportunidad de generar flujos exportados a los EE.UU. La proyección de flujos existentes no varía en función del flete.

Para entender mejor estos efectos, la figura 10.2 presenta los costos pagados por los usuarios para el transporte entre dos pares de puertos clave bajo diferentes escenarios de financiamiento por los usuarios y alternativas de mejoramientos. Los costos de los usuarios son caracterizados por una barra compuesta de dos elementos: el flete calculado con el modelo de transporte y el sobrecargo. Los tres escenarios de financiamiento de la alternativa recomendada, E2E1, se comparan con los fletes actuales, y los costos del caso base y E0E0 (sólo 2,0 m. de calado de proyecto en toda la hidrovía) con el costo total de las obras pagado por los usuarios. En los dos diagramas se encuentran los costos de transporte de soja entre Corumbá y Nueva Palmira y del mineral de hierro entre Gregorio Curvo y Villa Constitución.

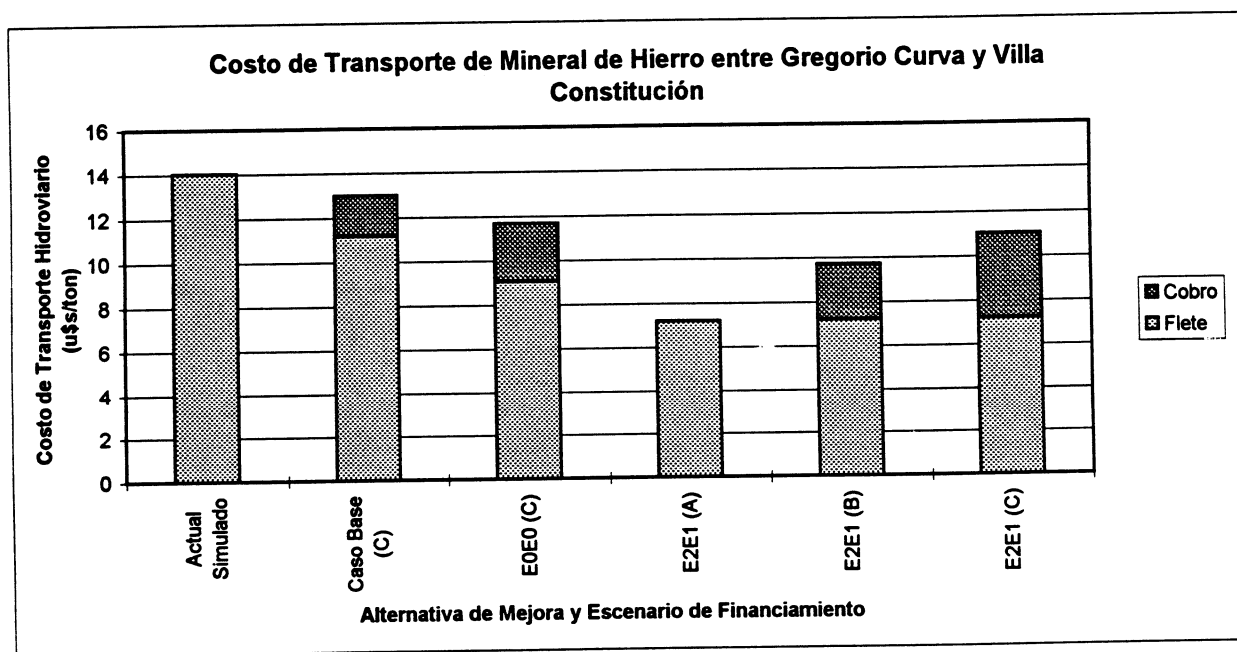
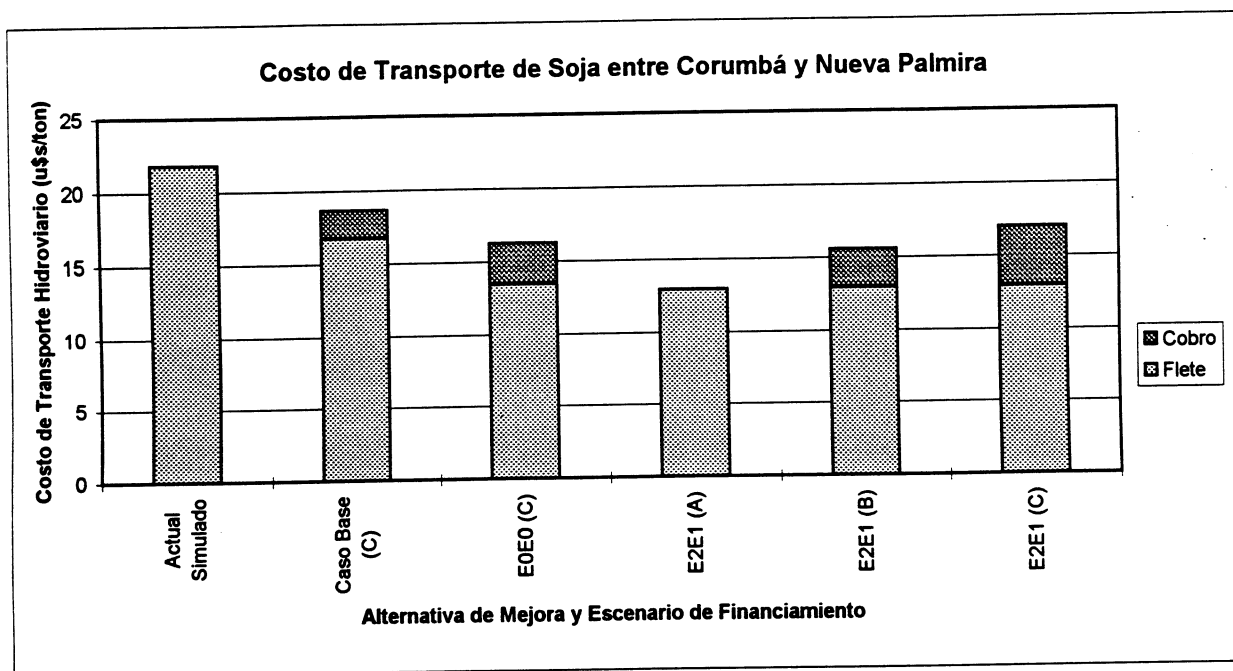
Es importante tener en cuenta que la estimación de los sobrecargos es un ejercicio inexacto que sólo produce resultados indicativos que deberían servir de guía en la consideración de métodos alternativos de financiamiento. La fórmula de distribuir los costos de las obras sobre los flujos y definir los que corresponden a diferentes usuarios y países es difícil de determinar y depende de factores más allá del enfoque técnico del consultor.

Se observa que los escenarios B y C (con sobrecargos) producen costos de transporte tan altos que se compensan los ahorros debidos a los mejoramientos. El resultado es una paradoja, puesto que la inversión adicional necesaria para bajar los costos de transporte suficiente para posibilitar la generación de flujos de hierro, implica costos a los usuarios tan altos que los nuevos flujos no se generan. El gráfico explica dicha paradoja: sin la generación de flujos de mineral de hierro se pierde la justificación del calado de 2,6 m. versus el de 2,0 m.

Estos hallazgos conducen a la conclusión que, debido a la alta sensibilidad de la factibilidad a los flujos generados, los países deberían presentar los posibles sobrecargos a los usuarios para obtener su conformidad antes de proceder con la implementación de una determinada alternativa de financiamiento.

Está claro, por los valores presentados en la Tabla 10.5, 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.

Figura 10.2
Variación de Costos de Transporte en Función a Cobros a los Usuarios



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.

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 de costos de transporte que no superen valores del orden de U\$S 1.00 a 1.50 por tonelada para los recorridos más largos, 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.

Suponiendo que sea 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.

Análisis adicionales relativos a posibles esquemas de financiamiento se presentan en el Capítulo 18.

11. **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-Santa Fé	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 24,8 millones a U\$S 117,3 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 llevar 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 Fé-Asunción de la Hidrovía Paraguay- Paraná. Recomendaba 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 muy 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.

SELECCION 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 Fé, 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 Fé 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 Fé) en relación a los costos de transporte de la alternativa E2E1 (convoyes 4x4 en todo el Tramo Santa Fé-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 16%, comparada con la de 17% de la alternativa E2E1, y un VAN de u\$s 19,6 millones comparado con u\$s 24,8 millones”.

El análisis de la alternativa F2E1 se presenta en el Anexo 14.2.1.

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

ANEXO 14.2.1

ANALISIS DE LA ALTERNATIVA F2E1

ANEXO 14.2.1 - ANALISIS DE LA ALTERNATIVA F2E1

La alternativa F2E1 comprende los mejoramientos que permiten la navegación de convoyes de 4 barcasas de ancho y 5 de largo con 3,0 m. de calado garantizado en el tramo Asunción-Santa Fe y de 4 x 4 con 2,6 m. de calado en el tramo Corumbá-Asunción. Esta alternativa representa un incremento de 10 m. adicionales de ancho del canal aguas abajo de Asunción comparado con la alternativa recomendada, E2E1. Dado que los volúmenes de dragado en este tramo no son muy altos, los costos adicionales de esta alternativa son de u\$s 1.293 millones para las obras de apertura y de u\$s 732 millones anuales para dragados de mantenimiento. En la tabla 9.9 se resumen los costos de las alternativas E2E1 y F2E1.

Tabla 9.9

Costo	Costos (u\$s miles)		
	E2E1	F2F1	Diferencia
Inversión Inicial			
Dragado de Apertura	79.225	80.518	1.293
Balizamiento	7.264	7.264	0
Total	86.489	87.782	1.293
Costos Anuales			
Dragado de Mantenimiento	14.296	15.028	732
Mantenimiento de Balizamiento	3.888	3.888	0
Total	17.821	18.553	732

Para calcular los beneficios de esta alternativa es necesario definir las prácticas de navegación que serían utilizadas por los usuarios. La existencia de condiciones diferentes, en cuanto al ancho y profundidad del canal de navegación, en los dos tramos de la Hidrovía posibilitan la navegación de convoyes de características distintas en cada uno de ellos. Con operaciones de reconfiguración se podría navegar con convoyes de 4x4 hasta Asunción, cambiando a los de 4x5 aguas abajo para aprovechar de las economías de escala de operar los convoyes más grandes.

En la sección 14.1 se trataron las varias opciones operativas disponibles para determinar las que producirían los costos de transporte más económicos. Un posible método es la utilización de remolcadores de forma "general" en que se manejan independientes de

las barcas, permitiendo topping off, reconfiguración de los convoyes y la minimización del tiempo muerto de los remolcadores. La justificación de este método viene de la reducción del costo de transporte. La otra alternativa principal es la práctica actual, la "dedicada", en que el empujador se queda siempre con las barcas, imposibilitando cambios en la configuración de los convoyes durante el viaje. En el caso de la alternativa F2F1, ésta implica que los productos que originan de las zonas aguas arriba de Asunción tendrían que navegar con 4 barcas de largo en todo el viaje, sin aprovechar del mayor ancho aguas abajo (siempre en la condición de proyecto, esto es, de aguas mínimas correspondientes al nivel de reducción).

La conclusión del análisis fue que no se puede justificar un nuevo método operativo por varias razones. Primero, la diferencia entre los dos tramos no es muy notable significando que el ahorro en costo de transporte por ton-km. sería pequeño. Segundo, el recorrido promedio de los viajes es relativamente largo, más de 2,000 km., produciendo un costo alto de "fleeting", o de mantener una flota de barcas en las áreas de reconfiguración. Finalmente, el volumen de tráfico es bajo comparado con otros ríos en el mundo donde se utiliza dicha práctica. Este hallazgo afecta la evaluación de la alternativa F2E1, haciendo que las cargas entre Asunción y puertos de aguas abajo serían las únicas que podrían aprovechar del ancho adicional, en condiciones, como dicho, de aguas mínimas.

En la tabla 9.10 se resumen los costos de transporte hidroviario de mercado entre tres pares de puertos clave para varias alternativas e hipótesis operativas, calculados con el modelo de simulación. Se observa que los costos van bajando por cada alternativa hasta la alternativa recomendada, E2E1. En el caso de F2F1, el costo del transporte de trigo Rosario-Asunción es levemente mayor a E2E1 (u\$s 7,45 vs. 7,09), debido al tiempo adicional de cargar y descargar en los puertos.

Cabe comparar esta conclusión analítica con informaciones sobre la experiencia actual en la Hidrovía. Varios usuarios hablan de situaciones en las que operan actualmente, sin mejoramientos, convoyes de 4x5 y hasta 5x5. Es importante tener en cuenta que las condiciones de años recientes son caracterizadas por aguas altas y la falta de normas estrictas que rigen la navegación. Las alternativas analizadas consideran normas de proyecto internacionales y estándares de navegación en condiciones de aguas bajas. Los beneficios del calado garantizado, mayor seguridad y horas adicionales de navegación compensan las restricciones que limitan el tamaño de los convoyes.

Tabla 9.10

Alternativa	Costo de Transporte Hidroviario (u\$s/tonelada)		
	Corumbá - Nueva Palmira (Soja)	Gregorio Curvo- Villa Constitución (Hierro)	Rosario- Asunción (Trigo)
Caso Base	16,75	11,19	8,32
E0B0	14,41	9,60	7,38
E1E1	12,96	7,21	7,13
E2E1	12,96	7,21	7,09
F2E1	12,96	7,21	7,45

En la tabla 9.11 se presentan los resultados de varias alternativas, incluídas la E2E1 y F2E1. Se puede observar que no hay ahorros para la alternativa F2E1 en los costos de transporte adicionales a los de E2E1, 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 (la TIR es de 16%, comparada con la 17% de E2E1).

HIDROVIA EVALUACION ECONOMICA

	Caso Base	Alternativa			
		E0B0	E1E1	E2E1	F2E1
Convoy de diseño					
Santa Fe-Asunción	4x4	4x4	4x4	4x4	4x5
Asunción-Corumbá	3x4	3x4	4x4	4x4	4x4
Calado de diseño (m.)					
Santa Fe-Asunción	2,0	2,0	2,6	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	75.395	79.225	80.518
Ayudas a la Navegación	-	7.264	7.264	7.264	7.264
Total	29.944	37.208	82.659	86.489	87.782
Costos Anuales de mantenimiento en precios de mercado (us\$ miles)					
Dragado	6.618	6.618	13.128	14.296	15.028
Ayudas a la Navegación	-	3.888	3.888	3.888	3.888
Total	6.618	10.506	17.016	18.184	18.916
Flujos de carga (miles de toneladas)					
1997	6.138	6.298	7.347	7.349	7.349
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	10.584	10.584
2020		14.366	26.414	26.565	26.565
Otros Beneficios totales comparados con el Caso Base (u\$s miles)					
1997		0	3053	3053	3053
2020		0	9379	9379	9379
Resultados de la inversión total (comparado con el Caso Base)					
Tasa Interna de Retorno		58%	20%	17%	16%
Valor Actual Neto @ 12%		30.956	33.828	24.828	19.578
Resultados de la inversión en obras de dragado (comparado con la alternativa E0B0)					
Tasa Interna de Retorno			13%	10%	9%
Valor Actual Neto @ 12%			2.873	(6.128)	(11.378)
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	(9.000)	(5.250)
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	3,36	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	12,96	12,96
G. Curvo-V. Constitución (hierro)	11,19	9,60	7,21	7,21	7,21
Rosario-Asunción (trigo)	8,32	7,38	7,13	7,09	7,45

Tabla 9.11

CAPITULO 14

ANALISIS DE DIVISION MODAL, OPTIMIZACION ECONOMICA Y EVALUACION FINANCIERA

SECCION 14.3 -OPTIMIZACION COMPLEMENTARIA INCLUYENDO EL TRAMO CORUMBA- CACERES

CAPITULO 14 - ANALISIS DE DIVISION MODAL, OPTIMIZACION ECONOMICA Y EVALUACION FINANCIERA

SECCION 14.3 - OPTIMIZACION COMPLEMENTARIA INCLUYENDO EL TRAMO CORUMBA-CACERES

INDICE

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCION.....	001
2. MEJORAS A LA NAVEGACION EN EL TRAMO CORUMBA-CACERES.....	002
2.1 CONSIDERACIONES GENERALES.....	002
2.2 INFORMACION BASICA.....	004
2.2.1 Niveles del Agua	004
2.2.2 Flujos de Mercadería	004
2.2.3 Carga Generada.....	006
2.2.4 Costos de Transporte Carretero y Ferroviario	006
2.3 ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO	010
2.3.1 Marco General.....	010
2.3.2 Tipos de Barcazas y Configuraciones de los Convoyes.....	011
2.3.3 Definición Final de Alternativas	014
2.3.4 Costos de Inversión y Mantenimiento de Dragado	015
2.3.5 Costos de Ayudas a la Navegación	016
2.3.6 Costos Ambientales	016
2.4 METODOLOGIA DE ANALISIS DE ALTERNATIVAS	017
2.4.1 Modelo de Transporte	017
2.4.2 Bases para la Comparación de Alternativas	017
2.5 DIVISION MODAL.....	020
2.6 RESULTADOS.....	023
2.6.1 Análisis de Alternativas sin Ferronorte	023
2.6.2 Análisis de Alternativas con Ferronorte	025
2.6.3 Análisis de Sensibilidad.....	027
2.7 ANALISIS FINANCIERO	033

	<u>Pág.</u>
2.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	034
2.8.1 Conclusiones	034
2.8.2 Síntesis y Recomendaciones	036
3. AUMENTO DEL TAMAÑO DE LOS CONVOYES (4x5)	038
4. OBRAS DE ESTABILIZACION DE CANALES	041
5. EVALUACION DE ACCESOS PORTUARIOS.....	043
6. COMPLEMENTACION DE LA EVALUACION ECONOMICA (CACERES-NUEVA PALMIRA)	044

CAPITULO 14

ANALISIS DE DIVISION MODAL, OPTIMIZACION ECONOMICA

Y EVALUACION FINANCIERA

14.3 OPTIMIZACION COMPLEMENTARIA INCLUYENDO EL TRAMO CORUMBA-CACERES

1. INTRODUCCION

La última fase de los trabajos para la Hidrovía (Cáceres - Nueva Palmira) cumple el objetivo de producir un plan de desarrollo de mediano/largo plazo que incluye:

- a. obras de la primera etapa de desarrollo;
- b. mejoras a la navegación en el tramo Corumbá-Cáceres;
- c. eliminación de restricciones de navegación en curvas cerradas como parte de la expansión de la capacidad del canal;
- d. obras de estabilización de canales; y
- e. inclusión de accesos portuarios.

Los análisis económicos se basan en la asignación de tráfico presentada en las partes 14.1 y 14.2. La asignación de tráfico de volúmenes presentes y futuros de mercaderías que pasarían de otros modos de transporte a la Hidrovía no se ha visto modificada por la inclusión de elementos relativos a la presente evaluación final de la Hidrovía.

La asignación de tráfico para la Hidrovía determinada como se indica en 14.1 permanece *sin modificaciones* mientras no se altere la previsión de término del proyecto ferroviario Ferronorte antes de 2005, como se describe en el punto 2. El análisis del ensanche de curvas (Carayacito, Volta Rápida, Volta Rebojo, Formigueiro y Figueirinha), para permitir el pasaje sin desmembramiento de convoyes de 20 barcasas, indica que el mismo no es financiera ni económicamente factible dentro el horizonte de planificación. Por lo tanto los costos de transporte fluvial que se presentan en la parte 14.1 no cambian y no hay ningún efecto en la composición modal y asignaciones de tráfico. La inclusión de los costos de accesos portuarios para el tramo Corumbá - Nueva Palmira, incluyendo Central Aguirre (Canal Tamengo), no ejerce *ningún efecto* en la división modal y asignaciones de tráfico presentadas en la parte 14.1.

2. MEJORAS A LA NAVEGACIÓN EN EL TRAMO CORUMBÁ - CÁCERES

2.1 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 para permitir el tráfico nocturno 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 puede alterarse, pues al norte de Cáceres 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 llega 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.

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, la construcción de Ferronorte, principalmente en su segundo tramo hasta Cuiabá, llegará a la región con costos de transporte competitivos 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 pueda 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 14.2.

2.2 INFORMACION BASICA

2.2.1 Niveles del Agua

Para la caracterización estadística de los niveles de agua referidos al plano de reducción en el Tramo Corumbá-Cáceres se siguió metodología idéntica a la descrita en el ítem 5 de la parte 14.2 del presente capítulo. Es decir, se determinaron los niveles diarios mínimos de cada mes del registro histórico y su frecuencia en intervalos de 4%, resultando las 25 curvas que se indican en la Figura 2.1. Luego, a los efectos del cálculo de los calados medios ponderados, los mismos se agruparon en 5 conjuntos correspondientes a frecuencias de 4%, 4%, 12%, 20% y 60% (total 100%) representados en la Tabla 2.1. En la misma se indican también, para comparación, los niveles correspondientes a las mismas frecuencias en los tramos Santa Fé-Asunción y Asunción-Corumbá, observándose el desfase de 2 meses de los máximos.

Los datos de la Tabla 2.1 indican que los flujos estacionales del agua en el tramo Corumbá - Cáceres alcanzan un nivel mínimo relativo en noviembre y un nivel máximo relativo en abril y mayo. Existe por lo menos un 60 por ciento de probabilidad de que los niveles del agua sean casi un metro (98 centímetros) superiores al nivel normal que alcanza en febrero. Los niveles estacionales del agua aumentan a casi 1,4 metros en marzo, 2,14 metros en abril, 2,26 metros en junio y luego bajan a 1,73 y 1,16 metros en junio y julio, respectivamente. Sobre una base promedio ponderada, los niveles estacionales mensuales del agua serán aproximadamente tres-cuartos de un metro superior en febrero y julio; más de un metro más elevado en marzo y junio y más de 1,5 metros más alto en abril y mayo.

2.2.2 Flujos de Mercadería

En la Tabla 2.2 se han resumido los flujos de mercadería determinados en el capítulo 13, correspondientes a la parte del área de influencia en que se podrían originar las cargas hidroviarias del Tramo Corumbá-Cáceres de la Hidrovia. Todos los movimientos de mercaderías se relacionan con los granos, principalmente soja, que tienen su origen en once zonas de tráfico, a saber:

- (1) Zona 1: Cuiabá;
- (2) Zona 3: Pontes e Lacerda;
- (3) Zona 4: Tangará da Serra;
- (4) Zona 5: Diamantino;
- (5) Zona 6: Rondonópolis;
- (6) Zona 7: Alto Araguaia;
- (7) Zona 8: Chapadão do Sul;
- (8) Zona 9: Campos Novos dos Parecis;
- (9) Zona 10: Primavera do Leste;
- (10) Zona 12: Sinop; y

NIVELES MINIMOS DIARIOS **Cáceres - Bela Vista do Norte**

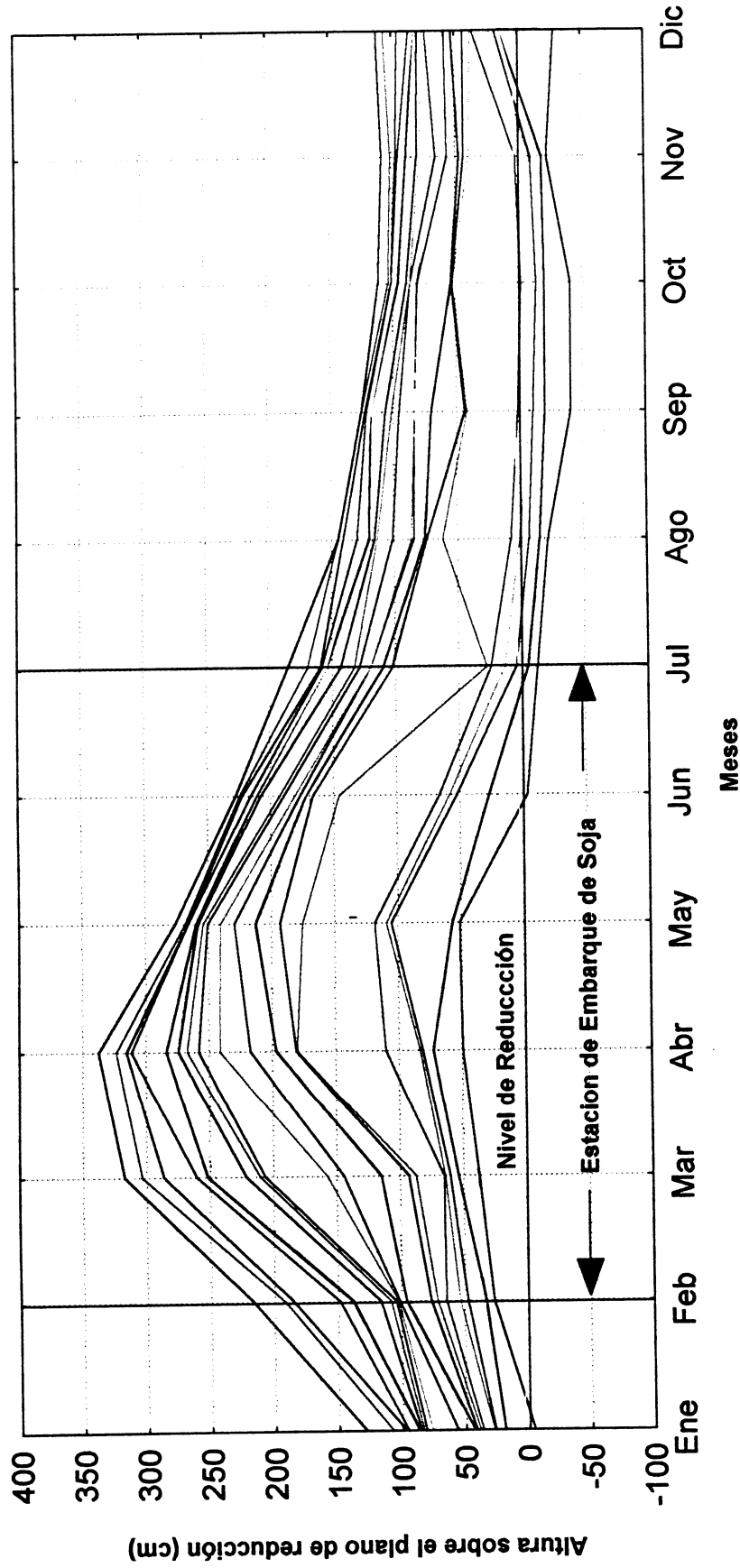


Figura nº 2.1

Tabla 2.1
Distribución de Probabilidad de Niveles de Agua Promedio Mensuales (m)

Recurrencias de niveles de agua
(frecuencias en %)

	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Río Paraná (SF-Corrientes)												
4%	-0,02	0,91	0,85	0,98	0,485	0,49	0,59	0,32	0,25	0,04	0,17	0,24
4%	0,34	0,915	1,1	1,17	0,75	0,64	0,7	0,53	0,52	0,49	0,53	0,28
12%	0,47	1,4	1,31	1,57	0,95	0,9	0,87	0,74	0,66	0,54	0,62	0,58
20%	1,17	1,6	1,56	1,69	1,48	1,61	1,16	1,06	0,86	0,81	0,88	0,89
60%	1,65	2,03	1,99	1,81	1,98	2,18	2,04	1,33	1,1	1,32	1,32	1,4
Río Paraguay (Corrientes-Asunción-Corumbá)												
4%	-0,47	0,15	0,31	0,56	0,68	0,43	-0,04	-0,5	-0,82	-0,96	-0,54	-0,44
4%	-0,01	0,3	0,56	0,71	0,79	0,83	0,6	-0,03	-0,56	-0,63	-0,48	-0,22
12%	0,14	0,52	0,65	0,84	0,94	0,84	0,71	0,12	-0,27	-0,55	-0,27	-0,01
20%	0,36	0,65	1,03	1,43	1,51	1,38	1,37	0,68	0,37	-0,07	0,02	0,31
60%	0,89	1,21	1,55	1,93	2,37	2,74	2,89	2,67	2,39	1,57	0,79	0,66
Corumbá-Caceres												
4%	-0,08	0,23	0,34	0,46	0,48	-0,07	-0,16	-0,26	-0,44	-0,44	-0,26	-0,32
4%	0,14	0,31	0,35	0,66	0,55	0,16	-0,06	-0,22	-0,38	-0,37	-0,19	-0,08
12%	0,19	0,33	0,54	0,73	0,57	0,27	-0,06	-0,15	-0,2	-0,2	-0,18	0,18
20%	0,33	0,61	0,62	1,07	1,15	0,63	0,21	0,04	-0,02	-0,05	-0,01	0,33
60%	0,53	0,98	1,41	2,14	2,26	1,73	1,16	0,81	0,8	0,77	0,53	0,55

Tabla 2.2

Proyecciones de Flujos Globales: Exportaciones desde el Área de Influencia de Cáceres

Origem	Hipótese Média				Hipótese Superior				Hipótese Inferior						
	1997	2000	2005	2010	2020	1997	2000	2005	2010	2020	1997	2000	2005	2010	2020
Soja em grão															
1 Cuiabá	5	5	7	11	23	6	6	8	13	27	5	5	6	9	19
3 Pontes e Lacerda	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
4 Tangará da Serra	17	16	20	33	68	18	18	25	40	83	15	14	17	26	57
5 Diamantino	133	131	162	266	547	146	147	198	321	662	119	115	137	211	453
6 Rondonópolis	242	239	293	350	439	267	268	287	344	434	218	210	250	360	446
7 Alto Araguaia	86	84	99	118	148	94	95	97	116	146	77	74	88	121	150
8 Chapadão do Sul	62	-	-	-	-	62	-	-	-	-	62	-	-	-	-
9 Campos Novos dos Parecis	237	234	290	476	979	261	263	354	574	1.185	213	206	245	377	811
10 Primavera do Leste	271	268	329	498	933	299	301	379	575	934	244	235	280	421	800
12 Sinop	318	314	389	639	1.313	351	353	474	770	1.590	286	276	329	506	1.088
14 Barra do Garças	78	77	95	157	323	86	87	116	189	391	70	68	81	124	267
Subtotal	1.450	1.371	1.685	2.549	4.772	1.591	1.537	1.937	2.942	5.452	1.309	1.204	1.432	2.156	4.093
Torta de Soja															
1 Cuiabá	657	986	1.420	1.625	2.056	766	1.175	1.703	1.949	2.419	548	798	1.137	1.300	1.693
6 Rondonópolis	386	579	834	954	1.207	450	690	1.000	1.145	1.421	322	469	668	764	994
Subtotal	1.042	1.566	2.254	2.579	3.263	1.215	1.865	2.703	3.094	3.840	869	1.267	1.805	2.064	2.687
Azeite de Soja															
1 Cuiabá	50	72	96	103	116	58	86	116	124	136	42	58	77	83	95
6 Rondonópolis	29	42	57	61	68	34	50	68	73	80	25	34	45	49	56
Subtotal	80	114	153	164	184	93	136	184	197	216	66	92	123	131	151
Total	2.572	3.050	4.092	5.292	8.219	2.899	3.536	4.824	6.233	9.508	2.245	2.563	3.360	4.351	6.931

(11) Zona 14: 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 1200 kilómetros para Barra do Garças.

Dos de las zonas de tráfico de soja, Cuiabá y Rondonópolis, también producen harina y aceite de soja durante el período de proyecciones de 1997 a 2020. La producción total anual de soja en el interior a la zona de Paraná-Paraguay, incluyendo el tramo Mato Grosso, alcanzó aproximadamente 3 millones de toneladas en 1994. De esta cifra, casi 1,5 millones de toneladas fueron producidos en las once zonas contiguas a Cáceres. La producción total de afrecho de soja en 1994 en la zona interior a Paraná-Paraguay, fue aproximadamente de 2,5 millones de toneladas, de los cuales alrededor de 1,0 millón tuvo su origen en Cuiabá y Rondonópolis.

Los datos de la Tabla 2.2 muestran los volúmenes de producción de soja, harina y aceite para el período 1997-2020. La producción total de soja sigue siendo relativamente constante entre 1997 y 2000, y a partir de allí crece aproximadamente el treinta por ciento entre 2000 y 2005. Sin embargo, la producción de soja de Mato Grosso se proyecta para subir alrededor del 23 por ciento entre 2000 y 2005, en comparación con un aumento del 32 por ciento para otras áreas. La tasa de crecimiento es casi el doble de la de producción de soja para las demás áreas, que se proyecta para aumentar un 27 por ciento de 2.966 a 3.764 millones de toneladas. Estos datos sugieren tasas de crecimiento relativamente modestas para la producción de soja en la región de Mato Grosso en comparación con otras áreas hasta después de 2005.

La Tabla 2.3 contiene los índices estacionales para la producción de soja para las zonas contiguas a Cáceres (Mato Grosso). Los índices estacionales para Mato Grosso son más pronunciados que los valores utilizados para el análisis en la sección 14.2. La cosecha de soja en Mato Grosso tiene lugar antes, con un 12,7 por ciento en el mes de febrero comparado con el índice del 2,6 por ciento de la sección 14.2, y finaliza en julio. En realidad, el período de producción de soja en Corumbá - Cáceres tiene lugar durante seis meses, con casi el sesenta por ciento en el período de marzo a mayo. Este período de máxima producción de soja estrechamente coincide con los máximos niveles del agua en el tramo Corumbá - Cáceres. A todos los fines prácticos, la información sugiere que los niveles del agua en el tramo Corumbá - Cáceres se encontrarán en sus niveles máximos durante el período de la cosecha de soja de seis meses.

Tabla 2.3
Indices Estacionales de los Embarques de Soja

Mes	Módulo A Embarque	Mato Grosso Embarque
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%

Los valores estacionales para la producción de harina y aceite de soja aplicados en el Módulo A, también fueron utilizados para el despacho de estos productos desde la zona de Corumbá - Cáceres hasta Cuiabá y Rondonópolis.

2.2.3 Carga generada

Las proyecciones de volúmenes de soja para las zonas de tráfico de Mato Grosso no contemplan que pueda tener lugar una mayor producción como resultado de ahorros en los costos de transporte. Los porcentajes de tráfico inducido pueden variar por zona en función de la capacidad. En general, para el transporte de soja el volumen inducido se relaciona con los ahorros en los costos de transporte. El factor de carga inducida varía entre 0,53% y 0,42% por cada dólar ahorrado en costos de transporte (solamente soja).

Para la producción de soja de Mato Grosso, sin la terminación de Ferronorte, los ahorros aproximados de US\$ 10 por tonelada resultarían en incrementos de largo plazo en la producción de alrededor del 5%. Estos ajustes no están incluidos en los análisis de proyección de la división modal puesto que los efectos son menores y los resultados del análisis financiero sugieren que no existe base para efectuar estos ajustes si se espera que Ferronorte se termine hasta Cuiabá en el año 2005.

2.2.4 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 (Módulo A), en que prácticamente todos los flujos son cautivos de la

Hidrovia, en el caso del Mato Grosso el problema es típicamente de competencia entre los tres modales. En la Tabla 2.4 se indican las distancias de las zonas de tráfico del área de influencia de Cáceres hasta el puerto de Santos por modo carretero-ferroviario, con y sin el término de la construcción de Ferronorte hasta Cuiabá.

Tabla 2.4
Zonas del Area de Influencia de Cáceres
Distancias hasta el Puerto de Santos

	Zonas	Distancias a Santos (km)				Diferencias (km)	
		Sin Ferronorte (*)		Con Ferronorte		(Con - Sin Ferronorte)	
		Rodo	Ferro	Rodo	Ferro	Rodo	Ferro
1	Cuiabá	635	1176	0	1786	-635	610
3	Pontes e Lacerda	1066	1176	442	1786	-624	610
4	Tangará da Serra	931	1176	288	1786	-643	610
5	Diamantino	815	1176	172	1786	-643	610
6	Rondonópolis	428	1176	0	1576	-428	400
7	Alto Araguaia	228	1176	228	1176	0	0
8	Chapadão do Sul	0	1176	0	1176	0	0
9	Campos Novos dos Parecis	1008	1176	365	1786	-643	610
10	Primavera do Leste	542	1176	115	1576	-427	400
12	Sinop	1161	1176	518	1786	-643	610
14	Barra do Garças	1293	1176	866	1576	-427	400

(*) Incluye Ferronorte hasta Chapadão do Sul

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 Hidrovia y su consecuente rentabilidad económica;
- b. para toda carga captada por la Hidrovia, 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.

Así, cualquier subestimación de los costos ferroviarios, por ejemplo (costos estimados en un valor menor que los costos reales), lleva a una subestimación de los beneficios (costo ferroviario menos costo fluvial) de la carga desviada hacia la Hidrovia. Al revés, la sobreestimación del costo de los modos alternativos lleva a la sobreestimación de los beneficios.

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 la Sección 14.1, ítem 4.1.

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.

En el análisis del tramo Corumbá - Nueva Palmira se utilizaron los siguientes valores para los costos de operación ferroviaria a precios de mercado (ver Sección 14.1, ítem 4.2):

- 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.

Para verificar si es realista el valor de US\$ 0,018 (originalmente estimado en el estudio de factibilidad de Ferronorte), se han comparado estos valores con información de otros ferrocarriles.

Como se puede ver en la Tabla 2.5, hay servicios que operan a costos extremadamente bajos, como el caso del transporte de mineral de hierro por Estrada de Ferro Vitória-Minas (EFVM). Eso se explica por el alto volumen transportado (cerca de 40.000.000 t/año). El mismo ferrocarril presenta costos bastante bajos para el transporte de granos, pues la operación general se beneficia de la economía de escala.

Tabla 2.5
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 (Situación Futura)	0,0180	Costo Operativo
Brasil - Fepasa	0,0225	Flete promedio 1983-1990
Adoptado (Situación Actual)	0,0300	Costo Operativo

De acuerdo a datos de ferrocarriles privados norteamericanos, hay líneas que operan “block trains” de granos a costos entre un mínimo de US\$ 0,0103/TKU (líneas muy eficientes) hasta US\$ 0,0171/TKU (líneas poco eficientes).

Los valores de fletes vigentes en Fepasa (Ferrovias Paulistas), el ferrocarril estatal brasileño cuyas líneas complementan Ferronorte en el trayecto hasta Santos llegaron a un promedio de US\$ 0,0225/TKU en el período entre 1983 y 1990, pero los fletes probablemente no guardan mucha relación con los costos operativos efectivos.

Teniendo en cuenta lo expuesto, se decidió básicamente mantener los valores adoptados en el Módulo A, así detallados:

- Ferrocarriles en general
 - 1997 a 2004: US\$ 0,030/TKU;
 - a partir de 2005: US\$ 0,018/TKU
- Ferronorte + Fepasa
 - Tramo Santos - Chapadão do Sul: US\$ 0,018/TKU desde su inicio en 1998
 - Tramo Chapadão do Sul - Cuiabá: US\$ 0,018/TKU desde su inicio

Los costos indicados se refieren a precios de mercado. Los costos económicos son 15% más bajos (ver Sección 14.1).

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 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.

Aunque sea totalmente plausible la operación a los costos planteados arriba, sin embargo se harán pruebas de sensibilidad a:

- costos un poco más altos entre 1997 y 2005;
- hipótesis alternativas de entrada en operación del tramo de Ferronorte hasta Cuiabá.

2.3 ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO

2.3.1 Marco General

El objetivo final de este estudio es determinar:

- a. si es factible económicamente la implantación de mejoramientos a la navegabilidad del tramo Cáceres-Corumbá;
- b. en caso positivo, cuales deberán ser las dimensiones óptimas del canal dragado (ancho y profundidad).

Para llegar a estas respuestas se necesita plantear las configuraciones alternativas de convoyes de barcazas que se desea analizar. La tarea no es sencilla ya que se pueden imaginar muchas variaciones posibles incluyendo:

- tamaño de las barcazas;
- número de barcazas por convoy y su configuración (número de barcazas de ancho y de largo) en el tramo Cáceres-Corumbá;
- alternativas de continuación del transporte aguas abajo de Corumbá, como: la simple continuación del viaje con el mismo convoy; descarga de toda la mercadería en Corumbá pasándola a otro convoy; reconfiguración del convoy en Corumbá, con o sin “topping-off” (poner más carga en las barcazas parcialmente llenas).

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, no tendría mucha utilidad para el tramo Corumbá - Cáceres. Aparentemente, como resultado de las condiciones poco confiables en este tramo, la navegación comercial sostenida por barcazas virtualmente no existe para la alternativa sin proyecto. La información disponible sobre los tamaños, configuraciones y prácticas operativas de convoyes de barcazas en los años recientes es esporádica y puntual, y por lo tanto, no proporciona una base adecuada de análisis.

Dado el cambio fundamental en las condiciones de navegación que implican las obras de mejoramiento analizadas, es importante considerar que la posibilidad de nuevas prácticas operativas y el uso de convoyes de distintas dimensiones y configuraciones puedan producir costos menores de transporte que los que prevalecen hoy en día. El tramo Corumbá-Cáceres se caracteriza por condiciones físicas que limitan las posibles dimensiones del canal de navegación a un rango muy inferior al seleccionado para Nueva Palmira-Corumbá. La elección de opciones de proyecto del canal en el tramo Corumbá-Cáceres podría teóricamente basarse en la operación de barcazas más pequeñas que la Jumbo tomada como modelo para el resto de la vía. De hecho, algunos armadores han operado con barcazas pequeñas en este tramo.

Frente a este problema se planteó analizar por separado algunas sub-alternativas, seleccionando para el análisis final solamente las que se muestren mejores "a priori".

2.3.2 Tipos de Barcazas y Configuraciones de los Convoyes

A este efecto, antes de definir las alternativas de proyecto del tramo Cáceres-Corumbá, 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 barcazas 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 barcazas al otro. En este caso también se podrían operar o barcazas pequeñas o Jumbo en Cáceres-Corumbá.
- (3) **Reconfiguración.** Integración de las barcazas 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 podría incluir "topping off" en Corumbá para aumentar el aprovechamiento de las mejoras a la vía. Este sistema sería 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. Siempre existe la posibilidad de que los usuarios opten por una combinación o variante de estas alternativas definidas si las mejoras planteadas proporcionan las condiciones necesarias. Sin embargo, para propósitos analíticos es importante considerar las condiciones operativas más favorables en cuanto a costo, aunque sea necesario un cambio futuro en relación a la práctica y a la flota actual.

El primer paso del análisis es determinar si los costos serían menores para las alternativas (1) y (2) en base a barcazas pequeñas o jumbos. Se ha tomado como modelo de barcaza pequeña las siguientes dimensiones: 40 m de eslora, 10 m de ancho y 2,0 m de calado máximo. En la Tabla 2.6 se comparan las condiciones y costos de navegación entre Cáceres y Corumbá con convoyes compuestos de dos barcazas, comparando el convoy Jumbo al convoy pequeño. Los costos se obtienen al correr el modelo de transporte y simular un viaje ida y vuelta entre los dos puertos transportándose soja en grano. Frente a la ventaja que tienen las barcazas Jumbo en cuanto a

profundidad, se comparan las dos opciones en base a la alternativa mínima de calado de proyecto (1,5 m), la que más favorece la utilización de barcasas pequeñas.

Se puede notar que los costos son muy similares, el del convoy de 4 barcasas pequeñas siendo levemente menor (US\$ 9,11/ton versus 9,23). A pesar del aparente sobredimensionamiento de las barcasas Jumbo, el efecto de la variación del nivel de agua durante los meses pico de transporte de la soja resulta en un calado utilizado relativamente alto comparado con el del convoy de barcasas pequeñas (2,70 m versus 2,00 m). Efectivamente, los costos estimados son tan similares que es imposible determinar una barcaza modelo para viajes entre Cáceres y Corumbá claramente superior.

Tabla 2.6
Navegación entre Cáceres y Corumbá
Comparación de Barcasas Jumbo y Pequeñas

	Barcaza Pequeña	Barcaza Jumbo
Dimensiones de Barcaza		
Eslora (m)	40	60
Ancho (m)	10	12
Calado máximo (m)	2,0	3,4
Capacidad de carga (t)	528	1.806
Características del Convoy		
Cantidad de barcasas	4	2
Empujador (HP)	200	400
Calado de proyecto (m)	1,50	1,50
Simulación de viaje ida/vuelta		
Calado medio utilizado (m)	2,00	2,70
Carga transportada (t)	2.099	2.759
Duración del viaje (días)	10	10
Costo total (US\$)	19.116	25.455
Costo/tonelada (US\$)	9,11	9,23

Notas:

- 1 Se supone el transporte de soja en grano.

Existe otro factor que tiende a favorecer el uso de la barcaza Jumbo. 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 por su uso eventual actualmente, es que las condiciones de navegación son poco confiables y a veces imposibles, situación que cambiaría 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.

Ahora, tomando la barcaza Jumbo como la unidad de análisis, las tres alternativas de operación son comparadas. La Tabla 2.7 resume los resultados de la comparación de los costos de viajes simulados entre Cáceres y Nueva Palmira, y la alternativa de 1,8 m. de calado y convoyes de 4 barcazas Jumbo en el tramo Cáceres-Corumbá para cada método operativo. Los costos de la alternativa (1), la de operar los convoyes pequeños en todo el río, US\$ 23,84/ton, incorporan la ineficiencia relativa de operar con menos barcazas y calado que son disponibles en el tramo Corumbá-Nueva Palmira, lo cual es fácil de entender dado que no se aprovecha de las condiciones de la vía aguas abajo de Corumbá.

Para calcular el costo de la segunda alternativa, se suman los costos de tres distintos elementos del viaje: el tramo Cáceres-Corumbá descargando en Corumbá, trasbordo a otras barcazas en Corumbá para armar un convoy de 4x4 con 3,35 m de calado, y un viaje ida y vuelta entre Corumbá-Nueva Palmira. Esta práctica trata los dos tramos del viaje como viajes distintos. A los fletes se suma un costo de trasbordo de US\$ 5/ton que refleja los costos de manejo de carga y almacenaje en Corumbá. El costo total es US\$ 25,87 por tonelada -- efectivamente el ahorro en el tramo Corumbá-Nueva Palmira comparado con el primer método es menor que el costo adicional de los movimientos de carga/descarga y trasbordo.

La tercera alternativa supone el desarmado del convoy en Corumbá y armado de convoyes de 4x4, y está presentada con dos variante: con y sin "topping off" para maximizar el calado utilizado. En el caso sin topping off, se calcula un costo total de US\$ 22,51/tonelada. El costo de Corumbá-Cáceres es mayor que el de las dos otras alternativas (US\$ 9,13 versus US\$ 7,54 y 7,91), dada la necesidad de mantener una operación de fleeting en Corumbá, la cual significa tiempo adicional de espera de barcazas para el desarmado/rearmado de convoyes. Este se compensa al evitar el costo de trasbordo de la alternativa 2 (US\$ 5) y la deseconomía de operar en Corumbá-Nueva Palmira con un convoy de sólo 4 barcazas de la alternativa 1 (US\$ 16,30 versus US\$ 13,38), produciendo un costo/tonelada total del viaje inferior a las dos otras alternativas.

Para la variante con topping off, se calcula un costo total de US\$ 21,48, levemente menor que sin topping off. El ahorro del tramo Corumbá-Nueva Palmira (US\$ 11,75 versus 13,38) supera el costo adicional de la operación top off (US\$ 0,60). Cabe mencionar que el costo de top off se estima aproximadamente en US\$ 3,81 para cada tonelada de carga manejada. Al dividir el costo total de la operación por toda la carga del convoy, se produce el costo significativamente menor.

Tabla 2.7
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.

2.3.3 Definición Final de Alternativas

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 será 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.

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 barcazas. Para cada convoy, se consideraron dos alternativas de calado de proyecto. Las ocho alternativas evaluadas están resumidas en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8

Alternativas del Canal de Navegación Cáceres-Corumbá					Calado de Proyecto		
					Código	1	2
					Calado (m)	1.5	1.8
Ancho de Canal de Proyecto							
Código	Cantidad de Barcazas			Ancho de Canal (m)			
	Ancho	Largo	Total				
A	1	1	1	35			
B	1	2	2	35			
C	2	1	2	50			
D	2	2	4	50			
					A1	A2	
					B1	B2	
					C1	C2	
					D1	D2	

2.3.4 Costos de Inversión y Mantenimiento de Dragado

Desde el punto de vista de ingeniería de las obras necesarias, se puede dividir el tramo Corumbá-Cáceres en tres segmentos característicos, a partir de Corumbá:

Segmento A (275 km): Es navegable todo el año por embarcaciones de hasta 2,50 m de calado;

Segmento B (250 km): Ancho estrecho y codos cerrados;

Segmento C (160km): Baja profundidad, navegación comercial limitada a os períodos de aguas altas.

Los requerimientos de dragado de apertura y mantenimiento se desarrollaron para los tres segmentos. Los costos de capital y de mantenimiento de dragado para cada tramo y para las configuraciones de convoy se muestran en la Tabla 2.9. Por el volumen de corte de márgenes en el Segmento B, el dragado fué especialmente sensible a convoyes con dos barcazas de longitud. Por lo tanto, se seleccionó la alternativa de configuración de convoy de 2x1 para el segmento B. Esto exige la reconfiguración de 2x1 a 1x2 para navegar en el segmento C hasta Cáceres.

Se desarrollaron los requerimientos de dragado de mantenimiento anual para el segmento C. Para el segmento B no se necesita mantenimiento regular anual del canal. En cambio, se requerirán operaciones de redragado periódico en las curvas con intervalos de cinco a siete años. Por lo tanto, el segmento B requeriría dragado aproximadamente cada seis años equivalente al dragado inicial (capital). A fin de reflejar los períodos de tiempo para el mantenimiento del canal en el segmento B, el redragado periódico se expresó como un valor equivalente anual

Tabla 2.9
Costos de Dragado (miles de dólares)

Opción	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2
Tamaño convoy	1x1x1.5	1x1x1.8	1x2x1.5	1x2x1.8	2x1x1.5	2x1x1.8	2x2x1.5	2x2x1.8
Capital								
Segmento A	-	-	-	-	-	-	-	-
Segmento B	1.120	1.200	3.360	3.720	3.360	3.720	12.900	14.400
Segmento C	10.150	13.108	12.000	13.300	13.271	16.639	13.271	16.639
Total	11.270	14.308	15.360	17.020	16.631	20.359	26.171	31.039
Mantenimiento Anual								
Segmento A	-	-	-	-	-	-	-	-
Segmento B	-	-	-	-	-	-	-	-
Segmento C	2.123	2.660	2.123	2.660	2.881	3.622	2.881	3.622
Mantenimiento Periódico (*)								
Segmento A	-	-	-	-	-	-	-	-
Segmento B	138	148	414	458	414	458	1.590	1.774
Segmento C	-	-	-	-	-	-	-	-
Mantenimiento total anual								
Segmento A	-	-	-	-	-	-	-	-
Segmento B	138	148	414	458	414	458	1.590	1.774
Segmento C	2.123	2.660	2.123	2.660	2.881	3.622	2.881	3.622
Total	2.261	2.808	2.537	3.119	3.295	4.081	4.470	5.397

promedio acumulado durante seis años a una tasa de interés del 12%. En verdad, el redragado periódico del segmento B más allá del año inicial se expresó como fondo de amortización, con los pagos anuales promedio acumulando intereses hasta el final del sexto año cuando se supuso que se realizaba el trabajo.

2.3.5 Costos de Ayudas a la Navegación

Los costos de las ayudas a la navegación se estimaron para todos los tamaños y configuraciones de convoyes. El análisis (ver Capítulo 11) indicó una inversión total de US\$ 405.276,00 (se incluye la adquisición de un barco pontón de US\$ 165.000,00), y costos anuales de mantenimiento de US\$ 364.058,00.

2.3.6 Costos Ambientales

Los costos de impacto y monitoreo ambiental fueron suministrados por la Unidad Coordinadora, habiendo sido preparados por el Consorcio TGCC, el cual ha realizado una evaluación comprensiva de los recursos ambientales que podrán llegar a ser afectados por las obras de dragado y operación de convoyes de empuje en la vía, tanto directa como indirectamente.

El pantanal es un área muy sensible desde el punto de vista ambiental, reconocida a nivel mundial como un recurso natural único. Se supone que los posibles impactos del proyecto sobre el medio ambiente y social fueron debidamente atendidos en los estudios de TGCC, y que los costos ambientales estimados reflejan todo impacto y la medida de mitigación atribuible a las obras de dragado y operación del sistema de transporte. Los costos se encuentran resumidos en las Tablas 2.10 y 2.11.

Los valores correspondientes a Cáceres - Corumbá fueron utilizados en la evaluación de ese tramo solamente. Los mismos son u\$s 191.000 en el año inicial y u\$s 120.000 en cada año siguiente.

Los costos de los otros tramos y generales a todo el río serán considerados en la evaluación del conjunto de Cáceres - Corumbá con la alternativa seleccionada para Corumbá - Nueva Palmira.

Cabe mencionar que los costos ambientales directos estimados por el Consorcio Hidroservice - Louis Berger - EIH y utilizados en la evaluación de alternativas (Sección 14.2) no serán modificados. Se supone que los costos de TGCC incorporan los mismos, por lo menos en concepto.

Los costos ambientales de Cáceres - Corumbá son relativamente bajos comparados con el costo de las obras. Sin cuestionar la validez de las estimaciones de los costos, dada la naturaleza crítica y sensible del Pantanal, la evaluación económica debería aplicarse con un enfoque bastante conservador respecto al tema de impacto ambiental.

Tabla 2.10
Costos Ambientales de Mitigación, Monitoreo y Control
Año de Apertura

Categoría	Costos por Tramo de la Hidrovía (u\$s)					Total
	Cáceres- Corumbá	Corumbá- Asunción	Asunción- Santa Fe	Santa Fe- N. Palmira	General	
Programa de Gestión Ambiental						
Oficina					70.180	70.180
Seguimiento						
Monitoreo Calidad Agua					16.500	16.500
Monitoreo Calidad Sedimentos					22.750	22.750
Monitoreo Transporte					2.200	2.200
Monitoreo Flora y Fauna	15.972	5.324	2.662	2.662		26.620
Monitoreo Pesquería					26.620	26.620
Investigación Arqueológica	159.720		46.420			206.140
Manejo de emergencias					180.000	180.000
Manejo de Material Dragado						-
Salud	3.300	6.600	3.300	3.300		16.500
Educación y Capacitación						-
Programa Indígena	12.000	108.000			-	120.000
Total	190.992	119.924	52.382	5.962	318.250	687.510

Fuente: Consorcio TGCC

Tabla 2.11
Costos Ambientales de Mitigación, Monitoreo y Control
Anuales durante las Operaciones

Categoría	Costos por Tramo de la Hidrovía (u\$s)					Total
	Cáceres- Corumbá	Corumbá- Asunción	Asunción- Santa Fe	Santa Fe- N. Palmira	General	
Programa de Gestión Ambiental						
Oficina					314.160	314.160
Seguimiento						
Monitoreo Calidad Agua					131.120	131.120
Monitoreo Calidad Sedimentos					139.040	139.040
Monitoreo Transporte					37.840	37.840
Monitoreo Flora y Fauna	88.704	29.568	14.784	14.784		147.840
Monitoreo Pesquería					92.840	92.840
Investigación Arqueológica			46.420			46.420
Manejo de emergencias					8.000	8.000
Manejo de Material Dragado						-
Salud	22.176	44.352	22.176	22.176	73.700	184.580
Educación y Capacitación	7.920	47.520	15.840	7.920	250.800	330.000
Programa Indígena	1.000	9.000			200.000	210.000
Total	119.800	130.440	99.220	44.880	1.247.500	1.641.840

Fuente: Consorcio TGCC

2.4 METODOLOGIA DE ANALISIS DE ALTERNATIVAS

2.4.1 Modelo de Transporte

El instrumento fundamental para el análisis de alternativas fué el Modelo de Transporte desarrollado para el presente trabajo, ya descrito en la Sección 14.2.

El diagrama de la Figura 2.2 muestra un ejemplo de una corrida del modelo de transporte para una zona de tráfico y para una alternativa. Partiendo de las distancias relativas de esa zona a los puertos a través de cada modo de transporte y de los flujos globales de exportación con origen en la zona, el modelo simula: Repitiéndose ese proceso para todas las zonas y sumándose todos los costos globales se obtiene el costo global de transporte para la alternativa.

- los costos de transporte a través de todos los modos, incluyendo transferencias intermodales si fuera el caso;
- la división modal (proporción de los flujos globales que se transporta por cada modo);
- los costos globales de transporte para la zona en la alternativa (suma de los tonelajes transportados por cada modo multiplicados por los respectivos valores de costo de transporte).

El análisis de alternativas se hace corriendo el modelo para cada una de ellas y comparando los respectivos costos globales de transporte, juntamente con la comparación entre los respectivos costos de inversión y mantenimiento.

Los puntos fundamentales del modelo de transporte para el análisis de alternativas en el tramo Corumbá-Cáceres son:

- a. Simulación y cálculo de los costos de transporte fluvial desde Cáceres hasta Nueva Palmira, incluyendo todas las operaciones características de cada alternativa:
 - navegación con determinado número de barcasas con determinado calado;
 - operaciones en Corumbá (reconfiguración y/o topping off);
- b. Cálculo de costos de transporte de los modos alternativos y simulación de la división modal, estimando la atracción de carga para la Hidrovía.

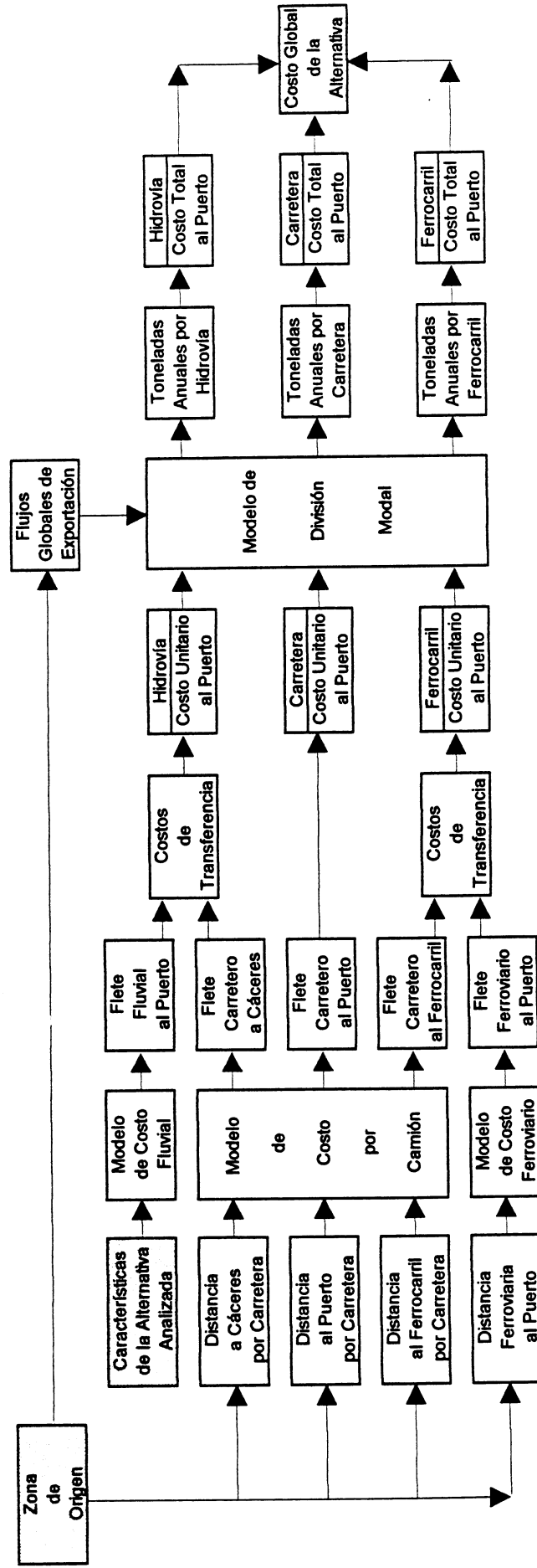
2.4.2 Bases para la Comparación de Alternativas

El marco básico del análisis de alternativas es que se simule a cada vez el comportamiento de toda la Hidrovía y no solamente el tramo Cáceres-Corumbá, de modo que se pueda verificar el efecto global de cada alternativa.

Figura 2.2

Ejemplo de Corrida del Modelo de Transporte

Simulación de la División Modal y de los Costos Globales de Transporte para una alternativa y para una zona de tráfico



De los resultados de las evaluaciones económicas llevadas a cabo para Corumbá - Nueva Palmira (sección 14.3), dos alternativas tienen importancia fundamental para el análisis del tramo Corumbá-Cáceres:

- (1) Caso Base de Corumbá - Nueva Palmira: Calado mínimo de 2,0 m entre Santa Fe y Corumbá: convoy de diseño de 4x4 (Santa Fe - Asunción) y 3x4 (Asunción - Corumbá).
- (2) Alternativa Seleccionada F2E1: Tramo Santa Fe - Asunción con convoy de 4x5 y 3,0 m; Tramo Asunción - Corumbá con convoy de 4x4 y 2,6 m.

Se pueden hacer tres clases de análisis comparativo entre las alternativas de mejoramiento del tramo Corumbá-Cáceres:

a. Comparación entre cada alternativa y la alternativa seleccionada para el tramo aguas abajo de Corumbá

Ya estando operativas las obras de mejoramiento para el tramo Corumbá - Santa Fe, esta comparación indica si la inversión adicional en mejorar la navegación hasta Cáceres genera o no beneficios positivos.

b. Comparación entre el conjunto (cada alternativa más F2E1) y el Caso Base para el tramo aguas abajo de Corumbá

Esta comparación indica la inversión conjunta para toda la Hidrovía (F2E1 para aguas abajo de Corumbá más la alternativa analizada para aguas arriba) provee indicadores económicos positivos. Indica también si la alternativa en consideración mejora o empeora los índices de desempeño económico de la alternativa seleccionada F2E1 frente al Caso Base.

c. Comparación directa entre dos alternativas distintas para el tramo Corumbá-Cáceres

Esta comparación indica cuál de las dos alternativas presenta mejor desempeño económico (beneficios frente a los costos de inversión y mantenimiento).

Desde el punto de vista matemático y de análisis financiero las tres comparaciones son equivalentes, pero cada comparación presenta un aspecto relevante para la toma de decisiones.

Teniendo esto en cuenta, se organizaron las corridas del modelo de modo a efectuar en cada corrida la simulación de tres alternativas, presentando para cada una:

- flujos de carga, costos de transporte, costos de inversión y mantenimiento;
- indicadores económicos (Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno) en relación al Caso Base (alternativa estudiada más F2E1);
- indicadores económicos (VAN y TIR) en relación a F2E1

A través de esos indicadores se puede también comparar el desempeño relativo de cada una de las tres alternativas analizadas.

Repitiendo ese proceso se pueden eliminar alternativas poco rentables, llevando adelante en el proceso solamente las alternativas con mejores posibilidades de desempeño.

El caso base para Cáceres - Corumbá es el de “no hacer nada”, dado que la existencia de otros modos competitivos no crea la posibilidad de un “colapso” como el que se consideró en el análisis de Corumbá - Nueva Palmira.

2.5 DIVISION 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 la sección 14.1 y la evaluación económica de la sección 14.2. 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 las secciones previas, no se consideraron mejoras en el canal de navegación Cáceres-Corumbá y, como consecuencia, los modos ferroviario y carretero capturaron virtualmente toda la carga derivable a la Hidrovía a la altura del puerto de Cáceres. En la presente sección del informe, 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 ferroviarios y su aplicación al análisis fueron discutidos anteriormente en punto 2.1 de esta sección. 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 del ferrocarril hasta Cuiabá. Los costos de transporte por camión varían en función de la distancia recorrida y el factor de transporte de regreso ("backhaul"), según los mismos parámetros utilizados en el análisis de las secciones 14.1 y 14.2. 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 2.3, 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 pares de puertos son resumidos en la Tabla 2.12, para cada una de las ocho alternativas de canal de navegación.

Tabla 2.12
Resumen de Alternativas y Costos de Transporte Hidroviario

Alternativa			Costos de Transporte Precios de Mercado (u\$s/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

Se puede observar que los costos de transporte entre Cáceres y Nueva Palmira a precios de mercado, o sea el “flete” simulado, varía entre u\$s 29.25 para la alternativa menos favorable, A1, y u\$s 21,48 para la más económica, D2, la alternativa de mayor capacidad. El costo para Cáceres-Corumbá varía entre u\$s 15,16 y u\$s 7,91. Estos valores difieren de los costos de transporte del “caso base” del tramo Cáceres, el de “no hacer nada”. Para Cáceres-Nueva Palmira se calcularon costos de u\$s 47,89 para el caso de no contar con ayudas a la navegación en Corumbá-Nueva Palmira y u\$s 43,49 con ellas. Tales costos elevados representan una situación difícil de modelar, dada la falta de una garantía de condiciones básicas de navegación y la escasez de tráfico regular en el tramo. Sin embargo, los valores son coherentes con información disponible sobre fletes en años recientes.

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 beneficio-costos dependerá del efecto de las varias hipótesis de la implementación de Ferronorte sobre los costos ferroviarios. Debido a los costos elevados de transporte hidroviario, se previó que virtualmente no habría transporte de soja en el tramo Cáceres-Corumbá. La única excepción fue aproximadamente 100 mil toneladas en 1997, derivándose al modo ferroviario en 2005 cuando se supuso que las tarifas ferroviarias bajarían de u\$s 0,030 a 0,018 por tonelada-km.

En la Tabla 2.13 se resumen los costos de cada uno de los tres modos para la situación sin Ferronorte, indicando cada elemento componente: 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 notan 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 2.14 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).

Tabla 2.13

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
1997
Sin Frenorte

Par de Puertos	Zona de Origen			Costos de Transporte por Modo (u\$cent)												
				Modo 1		Modo 2		Modo 3		Modo 1		Modo 2		Modo 3		
	Distancias por Modo (km.)		Camión	FFCC	Camión	Flete Camión	Transfer	Flete Camión	Total	Flete Camión	Transfer	Flete Hidrovia	Diferencia Marítima	Total		
	Camión	Hidrovia														
Soja en Grano																
11	1	Cuiabá	1,622	635	1,176	215	3,303	67.81	30.45	1,50	21.17	53.12	14.52	6,50	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	16.02	6,50	21.48	47.00
11	4	Tangará da Serra	1,918	931	1,176	296	3,303	79.01	41.68	1,50	21.17	64.33	17.60	6,50	21.48	49.58
11	5	Diamantino	1,802	816	1,176	368	3,303	74.62	37.27	1,50	21.17	59.94	19.95	6,50	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	6,50	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	6,50	21.48	50.82
11	8	Chapadão do Sul	989	-	1,176	857	3,303	43.86	-	1,50	21.17	22.67	38.86	6,50	21.48	50.84
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	6,50	21.48	50.84
11	10	Primavera do Leste	1,529	642	1,176	483	3,303	64.29	26.93	1,50	21.17	49.60	24.69	6,50	21.48	56.68
11	12	Shoep	2,148	1,161	1,176	704	3,303	87.71	50.37	1,50	21.17	73.03	33.07	6,50	21.48	66.05
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	6,50	21.48	85.11
15	15	Coxim	1,387	243	1,322	696	2,093	68.16	16.59	1,50	39.66	56.76	32.76	6,50	11.35	50.84
15	18	Aquidauana	1,248	124	1,322	331	2,093	53.66	8.65	1,50	39.66	49.81	18.93	6,50	11.35	50.84
15	19	Campo Grande	1,125	-	1,322	454	2,093	49.00	-	1,50	39.66	41.16	23.59	6,50	11.35	50.84
15	20	Três Lagoas	766	-	907	791	2,093	35.38	-	1,50	27.21	28.71	36.36	6,50	11.35	50.84
6	21	Dourados	989	213	1,322	332	1,801	43.86	14.45	1,50	39.66	56.61	18.97	6,50	11.35	50.84
16	22	Porto Murtinho	1,509	454	1,322	-	2,093	63.53	23.59	1,50	39.66	64.76	0.00	6,50	11.35	50.84
2	33	Santa Cruz	2,500	-	2,435	659	2,635	101.02	-	1,50	73.05	74.55	19.77	6,50	13.01	50.84
5	42	Concepción	1,320	544	1,322	-	1,801	56.38	27.01	1,50	39.66	68.17	-	6,50	9.60	20.10
16	43	Asunción	1,042	381	1,088	-	1,491	45.86	20.83	1,50	32.64	54.97	-	6,50	8.21	18.71
5	45	Pedro Juan Caballero	1,197	421	1,322	124	1,801	61.73	22.34	1,50	39.66	63.50	8.65	6,50	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	6,50	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	6,50	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	6,50	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	6,50	8.21	40.71
19	61	Resistencia	750	792	2,000	19	778	34.81	36.40	1,50	60.00	97.90	1.33	6,50	5.35	17.18
19	61	Salta	956	-	1,256	859	778	42.61	-	1,50	37.68	39.18	38.94	6,50	5.35	54.79

Notas:

- 1 Solo incluidos los productos con distancias opciones modales, no los caudivos al modo hidroviario.
- 2 El costo de acceso al Puerto Quijarro de la soja bofiana 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 2.14
Resumen de los Fletes de los Varios Modos de Transporte y Otros Factores Diferenciales por Par Origen-Destino

Alternativa de Proyecto				Costos de Transporte por Modo (u\$/ton)													
Corumbá-Nueva Palmira Cáceres-Corumbá				Año de Análisis 2005 Con Ferrocarril													
Par de Puertos	Zona de Origen		Distancias por Modo (km.)						Modo 3								
	No.	Nombre	Modo 2		Modo 3		Modo 1		Modo 2		Modo 3		Diferencia Marfilma	Total			
			Camión	FFCC	Camión	Hidrovia	Camión	Flete	Camión	Transfer	FFCC	Total			Flete	Transfer	Flete
Soja en Grano																	
11	1	Culabá	1,622	-	1,786	215	3,303	67,81	-	1,50	32,15	33,65	14,52	5,50	21,48	5,00	46,51
11	3	Pontes e Lacerda	2,072	442	1,766	228	3,303	84,93	23,14	1,50	32,15	66,79	15,02	5,50	21,48	6,00	47,00
11	4	Tangará da Serra	1,918	288	1,766	296	3,303	79,01	17,30	1,50	32,15	60,94	17,60	5,50	21,48	5,00	49,58
11	5	Diamantino	1,802	172	1,766	368	3,303	74,82	12,00	1,50	32,15	45,65	19,95	5,50	21,48	5,00	51,94
11	6	Rondonópolis	1,415	-	1,576	431	3,303	69,98	-	1,50	28,37	29,87	22,72	5,50	21,48	5,00	64,71
11	7	Alto Araguaia	1,215	228	1,176	631	3,303	62,41	15,02	1,50	21,17	37,68	30,30	5,50	21,48	5,00	62,29
11	8	Chapadão do Sul	989	-	1,176	867	3,303	43,86	-	1,50	21,17	22,87	38,88	5,50	21,48	5,00	70,84
11	9	Campos Novos dos Parecis	1,995	365	1,786	373	3,303	81,92	20,22	1,50	32,15	63,87	20,52	5,50	21,48	5,00	52,51
11	10	Primavera do Leste	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
11	12	Sinop	2,148	818	1,786	704	3,303	87,71	26,02	1,50	32,15	59,67	33,07	5,50	21,48	5,00	65,05
11	14	Berra do Garças	1,697	866	1,576	1,234	3,303	78,21	39,20	1,50	28,37	69,07	53,13	5,50	21,48	5,00	85,11
15	15	Coxim	1,387	243	1,322	636	2,093	58,16	15,59	1,50	39,66	56,75	32,76	5,50	11,35	5,00	54,61
15	18	Aquidauana	1,248	124	1,322	331	2,093	63,66	8,65	1,50	39,66	49,81	18,93	5,50	11,35	5,00	45,45
15	19	Campo Grande	1,125	-	1,322	464	2,093	49,00	-	1,50	39,66	41,16	23,69	5,50	11,35	5,00	45,45
15	20	Três Lagoas	765	-	907	791	2,093	36,38	-	1,50	27,21	28,71	36,36	5,50	11,35	5,00	58,21
6	21	Dourados	989	213	1,322	332	1,801	43,86	14,45	1,50	39,66	56,61	18,97	5,50	9,60	5,00	39,07
15	22	Porto Marinho	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
2	33	Santa Cruz	2,500	-	2,436	659	2,635	101,02	-	1,50	73,05	74,65	19,77	5,50	13,01	5,00	43,28
5	42	Concepción	1,320	544	1,322	-	1,801	66,38	27,01	1,50	39,66	68,17	-	5,50	9,60	5,00	20,10
16	43	Asunción	1,042	381	1,088	-	1,491	45,86	20,83	1,50	32,64	64,97	-	5,50	8,21	5,00	18,71
5	45	Pedro Juan Caballero	1,197	421	1,322	124	1,801	61,73	22,34	1,50	39,66	63,50	8,65	5,50	9,60	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	21,08
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
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
16	49	General Eugenio Garay	1,463	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
19	51	Resistencia	750	792	1,088	19	778	34,81	36,40	1,50	60,00	97,90	1,33	5,50	5,35	5,00	17,18
19	61	Salta	966	-	1,256	859	778	42,61	-	1,50	37,68	39,18	38,94	6,50	5,35	5,00	54,79

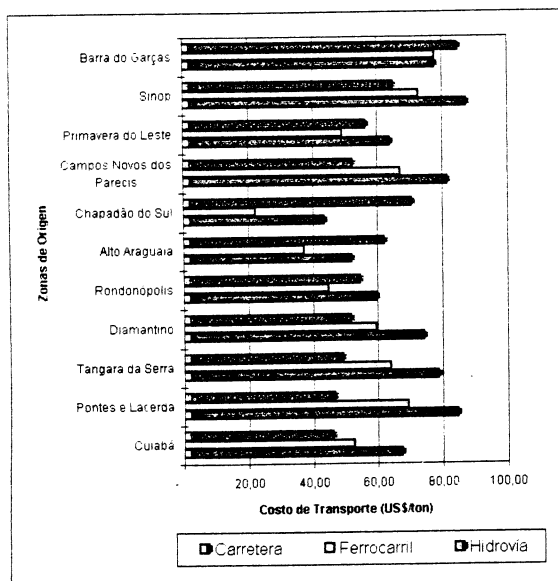
4. Sino incluidos los productos con distintas opciones modales, no los caufivos al modo hidroviario.

- 2 El costo de acceso al Puerto Quintero de la soja bulkMara 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 1,80 por 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.

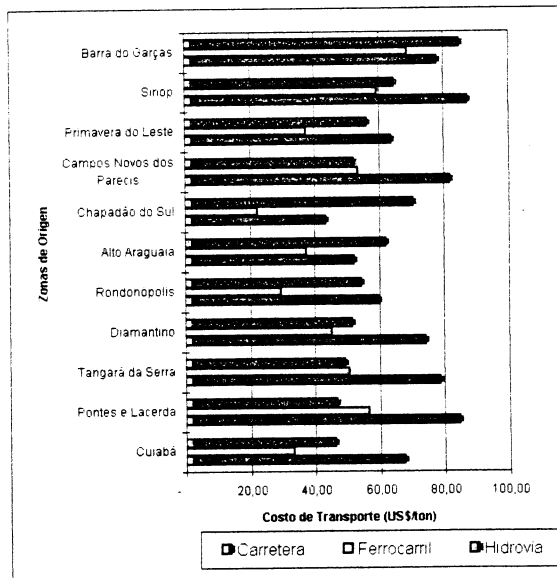
La figura 2.3 presenta los costos de cada modo en los dos escenarios (con y sin Ferronorte hasta Cuiabá) gráficamente. Se puede observar el efecto de la desventaja competitiva de la Hidrovía en la situación con Ferronorte sobre su participación en el mercado. Se concluye que frente a una demanda altamente sensible a variaciones en los costos ferroviarios hidroviarios dentro de cierto rango, la participación de la Hidrovía dependerá de su capacidad competitiva relativa y de las políticas de transporte que fueran adoptadas.

Costos de Transporte de Soja al Puerto de Exportación desde las Zonas de Mato Grosso

Sin Ferronorte hasta Cuiabá

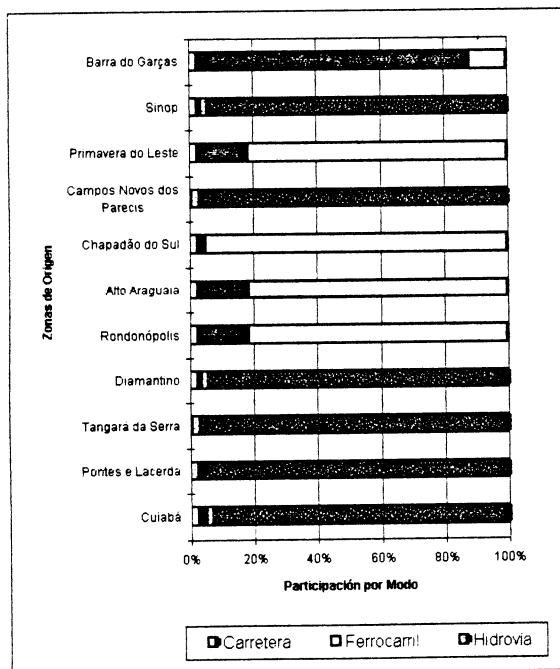


Con Ferronorte hasta Cuiabá



División Modal para Exportación de Soja desde cada Zona

Sin Ferronorte hasta Cuiabá



Con Ferronorte hasta Cuiabá

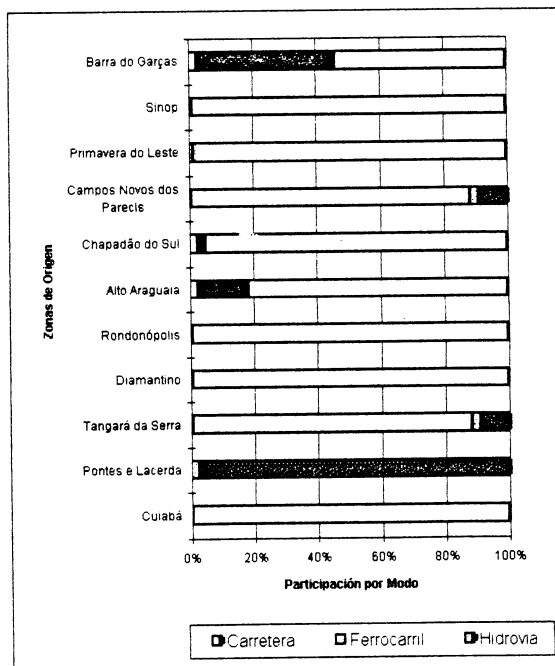


Figura nº 2.3

2.6 RESULTADOS

En el punto 2.4, se describe la metodología aplicada a 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. 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.

2.6.1 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 optimización identificando de la alternativa más conveniente comparada con las otras. La Tabla 2.15 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).

La presentación en la tabla es similar a la de la sección 14.2, modificada 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 ajustado a precios de cuenta para la evaluación.

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 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	89.996	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
2000	-	7.304	8.591	8.832	10.257
2005	-	8.778	10.324	10.622	12.579
2010	-	10.704	12.659	13.149	15.650
2020	-	14.275	17.415	18.421	22.273
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	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)					

1997			1,258	6,247	7,448
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
Clinker	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	140,812	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
Clinker	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
Clinker		496	496	496	496
Celulose		256	256	256	256
Petroleo		1,038	1,038	1,038	1,038

		392	392	392	392
		10,167	11,425	16,414	17,613
Trigo					
Total					
Ahorros incrementales -1997 (us\$ mil)					
Soja en grano		2,184	1,258	3,080	588
Farelo de soja		1,024	(0)	1,773	570
Aceite de soja		227	(0)	135	43
Hierro		4,144	-	-	-
Manganes		406	-	-	-
Clinker		496	-	-	-
Celulosa		256	-	-	-
Petroleo		1,038	-	-	-
Trigo		392	-	-	-
Total		10,167	1,258	4,989	1,199
Calado ponderado					
Hierro (Rio 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 (Rio Paraguay)	3.00	3.22	3.22	3.22	3.22
Otros (Rio 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					
Rio Paraná	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Rio 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
Inversión Inicial en precios económicos (us\$ miles)					
Dragado	25183	67716	75687	78580	86226
Ayudas Navegación	0	6109	6238	6238	6238
Costos Ambientales	0	0	191	191	191
Total	25183	73825	82116	85009	92656
Costos Anuales en precios económicos (us\$ miles)					
Dragado	5566	12639	14237	14432	15801
Ayudas Navegación	0	3270	3539	3539	3539
Costos Ambientales	0	0	120	120	120
Total	5566	15908	17896	18091	19459
Costos de Transporte					
1997	299713	288379	287121	282132	280933
1998	314475	302389	301136	295844	294546
1999	329237	316400	315152	309556	308158
2000	343999	330410	329168	323268	321771
2001	355851	341580	340278	333987	332383
2002	367703	352749	351389	344706	342995
2003	379554	363918	362499	355425	353608
2004	391406	375087	373610	366144	364220
2005	403258	386257	384720	376864	374832
2006	424142	406208	404473	396019	393859
2007	445026	426158	424227	415174	412885
2008	465910	446109	443980	434330	431912
2009	486794	466060	463733	453485	450938
2010	507679	486011	483486	472640	469985
2011	529384	506868	504077	492458	489621
2012	551089	527725	524667	512276	509276
2013	572794	548582	545258	532095	528932
2014	594499	569439	565848	551913	548587
2015	616204	590296	586438	571731	568243
2016	637909	611153	607029	591549	587898
2017	659614	632010	627619	611367	607554
2018	681319	652867	648210	631185	627209
2019	703024	673724	668800	651003	646865
2020	724729	694581	689391	670821	666520
Ahorros Totales (comparados con alternativa 1)					
1997		11334	12562	17581	18780
1998		12085	13338	18631	19929
1999		12837	14085	19681	21079

2000	13589	14831	20731	22228
2001	14271	15573	21864	23468
2002	14954	16314	22996	24707
2003	15636	17055	24129	25947
2004	16319	17796	25262	27186
2005	17001	18538	26394	28426
2006	17934	19669	28123	30283
2007	18868	20799	29852	32141
2008	19801	21930	31581	33998
2009	20734	23061	33310	35856
2010	21667	24192	35038	37713
2011	22516	25307	36925	39763
2012	23364	26421	38812	41813
2013	24212	27536	40699	43862
2014	25060	28651	42586	45912
2015	25908	29765	44473	47961
2016	26756	30880	46360	50011
2017	27604	31995	48247	52060
2018	28452	33109	50134	54110
2019	29300	34224	52021	56160
2020	30148	35339	53908	58209

Ahorros de inversión en obras de dragado (comparados con alternativa 2)

1997	1258	6247	7446
1998	1253	6545	7844
1999	1248	6844	8242
2000	1243	7142	8639
2001	1302	7593	9197
2002	1360	8043	9754
2003	1419	8493	10311
2004	1478	8943	10868
2005	1537	9393	11425
2006	1734	10189	12349
2007	1932	10984	13273
2008	2129	11780	14198
2009	2327	12575	15122
2010	2525	13371	16046
2011	2791	14410	17248
2012	3058	15449	18449
2013	3324	16487	19650
2014	3591	17526	20852
2015	3858	18565	22053
2016	4124	19604	23255
2017	4391	20643	24456
2018	4657	21682	25658
2019	4924	22721	26859
2020	5190	23759	28061

Ahorros Incrementales (comparados con la alternativa anterior)

1997	11334	1258	4989	1189
1998	12085	1253	5292	1299
1999	12837	1248	5596	1398
2000	13589	1243	5900	1497
2001	14271	1302	6291	1604
2002	14954	1360	6682	1711
2003	15636	1419	7074	1818
2004	16319	1478	7465	1925
2005	17001	1537	7857	2032
2006	17934	1734	8454	2160
2007	18868	1932	9052	2289
2008	19801	2129	9650	2418
2009	20734	2327	10248	2546
2010	21667	2525	10846	2675
2011	22516	2791	11618	2838
2012	23364	3058	12391	3000
2013	24212	3324	13163	3163
2014	25060	3591	13935	3326
2015	25908	3858	14708	3488
2016	26756	4124	15480	3651

2017	27604	4391	16252	3814
2018	28452	4657	17024	3976
2019	29300	4924	17797	4139
2020	30148	5190	18569	4301

Beneficios Generales Totales comparados con alternativa 1

1997	1887	1887	1887	1887
1998	1986	1986	1986	1986
1999	2085	2085	2085	2085
2000	2184	2184	2184	2184
2001	2305	2305	2305	2305
2002	2426	2426	2426	2426
2003	2546	2546	2546	2546
2004	2667	2667	2667	2667
2005	2788	2788	2788	2788
2006	2942	2942	2942	2942
2007	3096	3096	3096	3096
2008	3250	3250	3250	3250
2009	3404	3404	3404	3404
2010	3558	3558	3558	3558
2011	3782	3782	3782	3782
2012	4005	4005	4005	4005
2013	4229	4229	4229	4229
2014	4453	4453	4453	4453
2015	4677	4677	4677	4677
2016	4900	4900	4900	4900
2017	5124	5124	5124	5124
2018	5348	5348	5348	5348
2019	5571	5571	5571	5571
2020	5795	5795	5795	5795

Beneficios Generados Incrementales comparados con alternativa anterior

1997	1887	0	0	0
1998	1986	0	0	0
1999	2085	0	0	0
2000	2184	0	0	0
2001	2305	0	0	0
2002	2426	0	0	0
2003	2546	0	0	0
2004	2667	0	0	0
2005	2788	0	0	0
2006	2942	0	0	0
2007	3096	0	0	0
2008	3250	0	0	0
2009	3404	0	0	0
2010	3558	0	0	0
2011	3782	0	0	0
2012	4005	0	0	0
2013	4229	0	0	0
2014	4453	0	0	0
2015	4677	0	0	0
2016	4900	0	0	0
2017	5124	0	0	0
2018	5348	0	0	0
2019	5571	0	0	0
2020	5795	0	0	0

Beneficios Netos Totales comparados con alternativa 1 (us\$ miles)

1996	-48642	-58833	-59826	-67473
1997	2878	2148	6942	6773
1998	3729	2994	8091	8021
1999	4580	3840	9241	9270
2000	5430	4685	10390	10519
2001	6234	5547	11643	11879
2002	7037	6409	12896	13239
2003	7840	7271	14150	14599
2004	8643	8133	15403	15959
2005	9446	8995	16656	17320
2006	10533	10280	18539	19331

2007	11621	11565	20422	21343
2008	12708	12850	22305	23354
2009	13795	14135	24188	25366
2010	14883	15420	26071	27378
2011	15955	16758	28181	29651
2012	17026	18096	30282	31924
2013	18098	19435	32403	34197
2014	19170	20773	34513	36471
2015	20242	22112	36624	38744
2016	21314	23450	38735	41017
2017	22386	24788	40845	43291
2018	23457	26127	42956	45564
2019	24529	27465	45067	47837
2020	25601	28804	47177	50111
Beneficios Netos de obras de dragado comparados con alternativa 2 (us\$ miles)				
1996		-8292	-11185	-18831
1997		-730	4084	3895
1998		-735	4362	4293
1999		-740	4661	4690
2000		-745	4959	5088
2001		-686	5410	5645
2002		-628	5860	6202
2003		-569	6310	6759
2004		-510	6760	7316
2005		-451	7210	7873
2006		-254	8006	8798
2007		-56	8801	9722
2008		142	9597	10646
2009		339	10392	11570
2010		537	11188	12495
2011		803	12227	13696
2012		1070	13266	14898
2013		1337	14304	16099
2014		1603	15343	17301
2015		1870	16382	18502
2016		2136	17421	19704
2017		2403	18460	20905
2018		2669	19499	22107
2019		2936	20538	23308
2020		3203	21576	24510
Beneficios netos incrementales Totales (us\$ miles)				
1996	-48642	-8292	-2893	-7646
1997	2678	-730	4793	-169
1998	3729	-735	5097	-70
1999	4580	-740	5401	29
2000	5430	-745	5705	129
2001	6234	-686	6096	236
2002	7037	-628	6487	343
2003	7840	-569	6879	449
2004	8643	-510	7270	556
2005	9446	-451	7661	663
2006	10533	-254	8259	782
2007	11621	-56	8857	921
2008	12708	142	9455	1049
2009	13795	339	10053	1178
2010	14883	537	10651	1307
2011	15955	803	11423	1469
2012	17026	1070	12196	1632
2013	18098	1337	12968	1795
2014	19170	1603	13740	1957
2015	20242	1870	14512	2120
2016	21314	2136	15285	2283
2017	22386	2403	16057	2445
2018	23457	2669	16829	2608
2019	24529	2936	17602	2770
2020	25601	3203	18374	2933

Costo por par de puertos

Par 1	16.75	12.96	12.96	12.96	12.96
Par 2	16.82	13.01	13.01	13.01	13.01
Par 3	7.35	4.83	4.83	4.83	4.83
Par 4	11.26	7.26	7.26	7.26	7.26
Par 5	12.10	9.60	9.60	9.60	9.60
Par 6	5.22	3.51	3.51	3.51	3.51
Par 7	11.02	8.64	8.64	8.64	8.64
Par 8	7.38	6.12	6.12	6.12	6.12
Par 9	8.32	7.09	7.09	7.09	7.09
Par 10	3.81	2.76	2.76	2.76	2.76
Par 11	54.41	47.94	29.25	23.29	22.34
Par 12	7.57	6.47	6.47	6.47	6.47
Par 13	16.91	16.91	15.16	9.23	8.43
Par 14	1.57	1.45	1.45	1.45	1.45
Par 15	14.23	11.35	11.35	11.35	11.35
Par 16	9.57	8.21	8.21	8.21	8.21
Par 17	12.25	7.87	7.87	7.87	7.87
Par 18	11.19	7.21	7.21	7.21	7.21
Par 19	6.06	5.35	5.35	5.35	5.35
Par 20	4.46	3.96	3.96	3.96	3.96

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 1,3 millones de toneladas en 1997 se amplía a entre 1,0 y 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. En 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 por 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 14.2. 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 14.2 (Tabla 9.11 y Figura 9.5). El Valor Actual Neto (VAN) es ahora u\$s 18,1 millones comparado con u\$s 19,6 en la sección 14.2. 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 14.2 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 comenzando en el orden de 1 millón por año 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 aparentemente rentable.

Los índices de la inversión total mejoran como consecuencia de agregarle 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.

Ahora se evalúa las mismas alternativas de convoy de proyecto, aumentando la profundidad del canal al calado de proyecto de 1,8 m. Los resultados de las tres alternativas – A2, B2 y D2 – son resumidos en la Tabla 2.16.

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, aunque menos así. 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 comparada 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. En la Tabla 2.17 se presentan los resultados de B2, C2 y D2, las tres alternativas más favorables.

2.6.2 Análisis de Alternativas Con Ferronorte

Según lo expuesto en el punto 2.2, se considera la hipótesis 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 apartir de 1997. En el punto 2.6.1, 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 la carga del tramo Cáceres-Corumbá, siempre suponiendo una división modal basada principalmente en costo.

La Tabla 2.18 presenta los resultados de la evaluación de las tres alternativas más favorables -- B2, C2 y D2 -- con la terminación de Ferronorte hasta Cuiabá en

HIDROVIA PARANA-PARAGUAY
Resultados del Análisis Económico

Alternativa Cáceres-Corumbá	Caso Base	Caso Base	A2	B2	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			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			1,8	1,8	1,8
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	92.551	94.832	106.622
Ayudas a la Navegación	-	7.264	7.418	7.418	7.418
Costos Ambientales	-	-	191	191	191
Total	29.944	87.782	100.160	102.441	114.231
Costos Anuales en precios de mercado (us\$ miles)					
Obras de Dragado	6.618	15.028	17.390	17.651	19.567
Ayudas a la Navegación	-	3.888	4.208	4.208	4.208
Costos Ambientales	-	-	120	120	120
Total	6.618	18.916	21.718	21.979	23.895
Costo adicional al Caso Base (us\$ miles)					
Inversión Inicial		57.838	70.216	72.497	84.287
Mantenimiento Anual		12.298	15.100	15.361	17.277
Costo adicional a la alternativa F2E1 (us\$ miles)					
Inversión Inicial			12.378	14.659	26.449
Mantenimiento Anual			2.802	3.063	4.979
Costo incremental (us\$ miles)					
Inversión Inicial		57.838	12.378	2.281	11.790
Mantenimiento Anual		12.298	2.802	261	1.916
Flujos de carga sobre la Hidrovia (miles de toneladas)					
1997	6.138	7.349	7.666	8.597	8.607
2000	7.304	8.591	9.014	10.275	10.289
2005	8.778	10.324	10.848	12.604	12.623
2010	10.704	12.659	13.520	15.682	15.705
2020	14.275	17.415	19.183	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	286.658	280.815	279.747
2000	342.649	330.410	328.674	321.625	320.292
2005	401.534	386.257	384.088	374.634	372.826
2010	505.479	486.011	482.527	469.703	467.321
2020	721.146	694.581	687.560	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	11.888	17.731	18.799

1997			1,721	7,564	8,632
2000			1,737	8,786	10,118
2005			2,169	11,623	13,431
2010			3,484	16,309	18,690
2020			7,021	28,487	32,318
Ahorros incrementales (us\$ miles)					
1997		10,167	1,721	5,844	1,068
2000		12,238	1,737	7,049	1,333
2005		15,277	2,169	9,454	1,808
2010		19,468	3,484	12,824	2,382
2020		26,565	7,021	21,466	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%	14%	23%	20%
Valor Actual Neto @ 12%		18,076	9,607	71,317	63,364
Resultados de la inversión Cáceres-Corumbá (comparado con la alternativa F2E1)					
Tasa Interna de Retorno			4%	48%	29%
Valor Actual Neto @ 12%			(8,469)	53,241	45,288
Resultados de las inversiones incrementales (comparado con la alternativa anterior)					
Tasa Interna de Retorno		16%	4%	300%	3%
Valor Actual Neto @ 12%		18,076	(8,469)	61,710	(7,953)
Flujos por producto - 1997 (mil ton)					
Soja en grano	977	1,069	1,498	1,760	1,763
Farelo de soja	1,014	1,068	1,068	1,690	1,696
Aceite de soja	306	314	314	362	362
Hierro	1,400	2,400	2,400	2,400	2,400
Manganes	121	121	121	121	121
Cinquer	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	7,666	8,597	8,607
Costos totales de transporte -1997 (us\$ mil)					
Soja en grano	143,096	140,912	139,284	135,927	135,405
Farelo de soja	103,598	102,575	102,507	100,178	99,671
Aceite de soja	12,595	12,369	12,364	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
Cinquer	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	286,658	280,815	279,747
Ahorros de costos totales -1997- comparados con alternativa 1 (us\$ mil)					
Soja en grano		2,184	3,832	7,169	7,692
Farelo de soja		1,024	1,091	3,420	3,927
Aceite de soja		227	232	410	448
Hierro		4,144	4,144	4,144	4,144
Manganes		406	406	406	406
Cinquer		496	496	496	496
Celulose		256	256	256	256
Petroleo		1,038	1,038	1,038	1,038

Trigo		392	392	392	392
Total		10,167	11,888	17,731	18,799
Ahorros incrementales -1997 (us\$ mil)					
Soja en grano		2,184	1,648	3,337	523
Farelo de soja		1,024	68	2,329	507
Aceite de soja		227	5	178	39
Hierro		4,144	-	-	-
Manganes		406	-	-	-
Clinker		496	-	-	-
Celulose		256	-	-	-
Petroleo		1,038	-	-	-
Trigo		392	-	-	-
Total		10,167	1,721	5,844	1,088
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 unid. 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	27.83	22.34	21.48
Cáceres-Corumbá (soja)	21.77	21.77	14.08	8.62	7.81

Inversión Inicial en precios económicos (us\$ miles)

Dragado	25183	67716	77835	79754	89869
Ayudas Navegación	0	6109	6238	6238	6238
Costos Ambientales	0	0	191	191	191
Total	25183	73825	84265	86183	96099

Costos Anuales en precios económicos (us\$ miles)

Dragado	5566	12639	14625	14844	16456
Ayudas Navegación	0	3270	3539	3539	3539
Costos Ambientales	0	0	120	120	120
Total	5566	15908	18284	18503	20115

Costos de Transporte

1997	299713	288379	286658	280815	279747
1998	314475	302369	300663	294418	293262
1999	329237	316400	314669	308021	306777
2000	343999	330410	328674	321625	320282
2001	355851	341580	339757	332227	330799
2002	367703	352749	350840	342828	341305
2003	379554	363918	361922	353430	351812
2004	391406	375087	373005	364032	362319
2005	403258	386257	384088	374634	372826
2006	424142	406208	403776	393648	391725
2007	445026	426158	423484	412661	410624
2008	465910	446109	443151	431675	429523
2009	486794	466060	462839	450689	448422
2010	507679	486011	482527	469703	467321
2011	528384	506868	503030	489342	486815
2012	551089	527725	523533	508981	506309
2013	572794	548582	544037	528620	525803
2014	594499	569439	564540	548259	545298
2015	616204	590296	585043	567898	564792
2016	637909	611153	605547	587537	584286
2017	659614	632010	626050	607177	603780
2018	681319	652867	646553	626816	623275
2019	703024	673724	667057	646455	642769
2020	724729	694581	687560	666094	662263

Ahorros Totales (comparados con alternativa 1)

1997	11334	13054	18898	19966
1998	12085	13811	20057	21213
1999	12837	14568	21216	22460

2000	13589	15325	22374	23707
2001	14271	16094	23624	25052
2002	14954	16863	24874	26397
2003	15636	17632	26124	27742
2004	16319	18401	27374	29087
2005	17001	19170	28624	30432
2006	17934	20366	30494	32417
2007	18868	21563	32365	34402
2008	19801	22759	34235	36388
2009	20734	23955	36106	38373
2010	21667	25152	37976	40358
2011	22516	26354	40042	42569
2012	23364	27555	42108	44779
2013	24212	28757	44174	46990
2014	25060	29959	46240	49201
2015	25908	31160	48306	51412
2016	26756	32362	50372	53623
2017	27604	33564	52437	55834
2018	28452	34766	54503	58044
2019	29300	35967	56569	60255
2020	30148	37169	58635	62466

Ahorros de inversión en obras de dragado (comparados con alternativa 2)

1997	1721	7564	8632
1998	1726	7971	9128
1999	1731	8379	9623
2000	1737	8786	10118
2001	1823	9353	10781
2002	1909	9921	11444
2003	1996	10488	12106
2004	2082	11055	12769
2005	2169	11623	13431
2006	2432	12580	14483
2007	2695	13497	15535
2008	2958	14434	16587
2009	3221	15371	17638
2010	3484	16309	18690
2011	3838	17526	20053
2012	4192	18744	21416
2013	4545	19962	22779
2014	4899	21180	24141
2015	5253	22398	25504
2016	5606	23616	26867
2017	5960	24833	28230
2018	6314	26051	29592
2019	6667	27269	30955
2020	7021	28487	32318

Ahorros incrementales (comparados con la alternativa anterior)

1997	11334	1721	5844	1068
1998	12085	1726	6245	1156
1999	12837	1731	6647	1244
2000	13589	1737	7049	1333
2001	14271	1823	7530	1428
2002	14954	1909	8011	1523
2003	15636	1996	8492	1618
2004	16319	2082	8973	1713
2005	17001	2169	9454	1808
2006	17934	2432	10128	1923
2007	18868	2695	10802	2038
2008	19801	2958	11476	2152
2009	20734	3221	12150	2267
2010	21667	3484	12824	2382
2011	22516	3838	13688	2527
2012	23364	4192	14553	2672
2013	24212	4545	15417	2816
2014	25060	4899	16281	2961
2015	25908	5253	17145	3106
2016	26756	5606	18009	3251

2017	27604	5960	18874	3396
2018	28452	6314	19738	3541
2019	29300	6667	20802	3686
2020	30148	7021	21466	3831
Beneficios Generales Totales comparados con alternativa 1				
1997	1887	1887	1887	1887
1998	1986	1986	1986	1986
1999	2085	2085	2085	2085
2000	2184	2184	2184	2184
2001	2305	2305	2305	2305
2002	2426	2426	2426	2426
2003	2546	2546	2546	2546
2004	2667	2667	2667	2667
2005	2788	2788	2788	2788
2006	2942	2942	2942	2942
2007	3096	3096	3096	3096
2008	3250	3250	3250	3250
2009	3404	3404	3404	3404
2010	3558	3558	3558	3558
2011	3782	3782	3782	3782
2012	4005	4005	4005	4005
2013	4229	4229	4229	4229
2014	4453	4453	4453	4453
2015	4677	4677	4677	4677
2016	4900	4900	4900	4900
2017	5124	5124	5124	5124
2018	5348	5348	5348	5348
2019	5571	5571	5571	5571
2020	5795	5795	5795	5795
Beneficios Generados Incrementales comparados con alternativa anterior				
1997	1887	0	0	0
1998	1986	0	0	0
1999	2085	0	0	0
2000	2184	0	0	0
2001	2305	0	0	0
2002	2426	0	0	0
2003	2546	0	0	0
2004	2667	0	0	0
2005	2788	0	0	0
2006	2942	0	0	0
2007	3096	0	0	0
2008	3250	0	0	0
2009	3404	0	0	0
2010	3558	0	0	0
2011	3782	0	0	0
2012	4005	0	0	0
2013	4229	0	0	0
2014	4453	0	0	0
2015	4677	0	0	0
2016	4900	0	0	0
2017	5124	0	0	0
2018	5348	0	0	0
2019	5571	0	0	0
2020	5795	0	0	0
Beneficios Netos Totales comparados con alternativa 1 (us\$ miles)				
1996	-48642	-59082	-81001	-70916
1997	2878	2223	7847	7304
1998	3729	3079	9105	8650
1999	4580	3935	10363	9996
2000	5430	4791	11621	11342
2001	6234	5681	12992	12808
2002	7037	6571	14362	14274
2003	7840	7480	15733	15740
2004	8643	8350	17103	17205
2005	9446	9239	18474	18671
2006	10533	10590	20498	20810

2007	11621	11940	22523	22949
2008	12708	13291	24547	25088
2009	13795	14641	26572	27228
2010	14883	15992	28596	29367
2011	15955	17417	30888	31801
2012	17026	18843	33176	34236
2013	18098	20268	35465	36670
2014	19170	21693	37755	39105
2015	20242	23119	40045	41540
2016	21314	24544	42334	43974
2017	22386	25970	44624	46409
2018	23457	27395	46914	48843
2019	24529	28821	49203	51278
2020	25601	30246	51493	53713

Beneficios Netos de obras de dragado comparados con alternativa 2 (us\$ miles)

1996	-10440	-12359	-22274
1997	-655	4969	4428
1998	-650	5376	4921
1999	-644	5784	5417
2000	-639	6191	5912
2001	-553	6758	6575
2002	-466	7326	7237
2003	-380	7893	7900
2004	-293	8460	8562
2005	-207	9028	9225
2006	56	9965	10277
2007	319	10902	11328
2008	583	11839	12380
2009	846	12776	13432
2010	1109	13714	14484
2011	1462	14631	15847
2012	1816	16149	17209
2013	2170	17367	18572
2014	2523	18585	19935
2015	2877	19803	21298
2016	3231	21021	22660
2017	3584	22238	24023
2018	3938	23456	25386
2019	4292	24674	26749
2020	4645	25892	28111

Beneficios netos incrementales Totales (us\$ miles)

1996	-48642	-10440	-1918	-9915
1997	2878	-655	5624	-543
1998	3729	-650	6026	-455
1999	4580	-644	6428	-367
2000	5430	-639	6830	-279
2001	6234	-553	7311	-184
2002	7037	-466	7792	-88
2003	7840	-380	8273	7
2004	8643	-293	8754	102
2005	9446	-207	9235	197
2006	10533	56	9909	312
2007	11621	319	10583	426
2008	12708	583	11257	541
2009	13795	846	11931	656
2010	14883	1109	12605	770
2011	15955	1462	13469	915
2012	17026	1816	14333	1080
2013	18098	2170	15197	1205
2014	19170	2523	16061	1350
2015	20242	2877	16926	1495
2016	21314	3231	17790	1640
2017	22386	3584	18654	1785
2018	23457	3938	19518	1930
2019	24529	4292	20382	2075
2020	25601	4645	21247	2220

Costo por par de puertos

Par 1	16.75	12.96	12.96	12.96	12.96
Par 2	16.82	13.01	13.01	13.01	13.01
Par 3	7.35	4.83	4.83	4.83	4.83
Par 4	11.26	7.26	7.26	7.26	7.26
Par 5	12.10	9.60	9.60	9.60	9.60
Par 6	5.22	3.51	3.51	3.51	3.51
Par 7	11.02	8.64	8.64	8.64	8.64
Par 8	7.38	6.12	6.12	6.12	6.12
Par 9	8.32	7.09	7.09	7.09	7.09
Par 10	3.81	2.76	2.76	2.76	2.76
Par 11	54.41	47.94	27.83	22.34	21.48
Par 12	7.57	6.47	6.47	6.47	6.47
Par 13	16.91	16.91	14.08	8.62	7.91
Par 14	1.57	1.45	1.45	1.45	1.45
Par 15	14.23	11.35	11.35	11.35	11.35
Par 16	9.57	8.21	8.21	8.21	8.21
Par 17	12.25	7.87	7.87	7.87	7.87
Par 18	11.19	7.21	7.21	7.21	7.21
Par 19	6.06	5.35	5.35	5.35	5.35
Par 20	4.46	3.96	3.96	3.96	3.96

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	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)					

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 (us\$ 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	63,384
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
Cinquer	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	99,671
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
Cinquer	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	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
Cinquer		496	496	496	496
Celulose		256	256	256	256
Petroleo		1,038	1,038	1,038	1,038

Trigo		392	392	392	392
Total		10,167	17,731	17,731	18,799
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	-	-	-
Cinquer		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

Inversión Inicial en precios económicos (us\$ miles)

Dragado	25183	67716	79754	82115	89889
Ayudas Navegación	0	6109	6238	6238	6238
Costos Ambientales	0	0	191	191	191
Total	25183	73825	86183	88545	96099

Costos Anuales en precios económicos (us\$ miles)

Dragado	5566	12639	14844	15525	16456
Ayudas Navegación	0	3270	3539	3539	3539
Costos Ambientales	0	0	120	120	120
Total	5566	15908	18503	19184	20115

Costos de Transporte

1997	299713	288379	280815	280815	279747
1998	314475	302389	294418	294418	293262
1999	329237	316400	308021	308021	308777
2000	343999	330410	321625	321625	320292
2001	355851	341580	332227	332227	330799
2002	367703	352749	342828	342828	341305
2003	379554	363918	353430	353430	351812
2004	391406	375087	364032	364032	362319
2005	403258	386257	374634	374634	372826
2006	424142	406208	393648	393648	391725
2007	445026	426158	412661	412661	410624
2008	465910	446109	431675	431675	429523
2009	486794	466060	450689	450689	448422
2010	507679	486011	469703	469703	467321
2011	528384	506868	489342	489342	486815
2012	551089	527725	508981	508981	506309
2013	572794	548582	528620	528620	525803
2014	594499	569439	548259	548259	545298
2015	616204	590296	567898	567898	564792
2016	637909	611153	587537	587537	584286
2017	659614	632010	607177	607177	603780
2018	681319	652667	626816	626816	623275
2019	703024	673724	646455	646455	642769
2020	724729	694581	666094	666094	662263

Ahorros Totales (comparados con alternativa 1)

1997	11334	18898	18898	19966
1998	12085	20057	20057	21213
1999	12837	21216	21216	22460

2000	13589	22374	22374	23707
2001	14271	23624	23624	25052
2002	14954	24874	24874	26397
2003	15636	26124	26124	27742
2004	16319	27374	27374	29087
2005	17001	28624	28624	30432
2006	17934	30494	30494	32417
2007	18868	32365	32365	34402
2008	19801	34235	34235	36388
2009	20734	36106	36106	38373
2010	21667	37976	37976	40358
2011	22516	40042	40042	42569
2012	23364	42108	42108	44779
2013	24212	44174	44174	46990
2014	25060	46240	46240	49201
2015	25908	48306	48306	51412
2016	26756	50372	50372	53623
2017	27604	52437	52437	55834
2018	28452	54503	54503	58044
2019	29300	56569	56569	60255
2020	30148	58635	58635	62466

Ahorros de inversión en obras de dragado (comparados con alternativa 2)

1997	7564	7564	8632
1998	7971	7971	9128
1999	8379	8379	9623
2000	8786	8786	10118
2001	9353	9353	10781
2002	9921	9921	11444
2003	10488	10488	12106
2004	11055	11055	12769
2005	11623	11623	13431
2006	12560	12560	14483
2007	13497	13497	15535
2008	14434	14434	16587
2009	15371	15371	17638
2010	16309	16309	18690
2011	17526	17526	20053
2012	18744	18744	21416
2013	19962	19962	22779
2014	21180	21180	24141
2015	22398	22398	25504
2016	23616	23616	26867
2017	24833	24833	28230
2018	26051	26051	29592
2019	27269	27269	30955
2020	28487	28487	32318

Ahorros incrementales (comparados con la alternativa anterior)

1997	11334	7564	0	1068
1998	12085	7971	0	1156
1999	12837	8379	0	1244
2000	13589	8786	0	1333
2001	14271	9353	0	1428
2002	14954	9921	0	1523
2003	15636	10488	0	1618
2004	16319	11055	0	1713
2005	17001	11623	0	1808
2006	17934	12560	0	1923
2007	18868	13497	0	2038
2008	19801	14434	0	2152
2009	20734	15371	0	2267
2010	21667	16309	0	2382
2011	22516	17526	0	2527
2012	23364	18744	0	2672
2013	24212	19962	0	2816
2014	25060	21180	0	2961
2015	25908	22398	0	3106
2016	26756	23616	0	3251

2017	27604	24833	0	3396
2018	28452	26051	0	3541
2019	29300	27269	0	3686
2020	30148	28487	0	3831
Beneficios Generales Totales comparados con alternativa 1				
1997	1887	1887	1887	1887
1998	1986	1986	1986	1986
1999	2085	2085	2085	2085
2000	2184	2184	2184	2184
2001	2305	2305	2305	2305
2002	2426	2426	2426	2426
2003	2546	2546	2546	2546
2004	2667	2667	2667	2667
2005	2788	2788	2788	2788
2006	2942	2942	2942	2942
2007	3096	3096	3096	3096
2008	3250	3250	3250	3250
2009	3404	3404	3404	3404
2010	3558	3558	3558	3558
2011	3782	3782	3782	3782
2012	4005	4005	4005	4005
2013	4229	4229	4229	4229
2014	4453	4453	4453	4453
2015	4677	4677	4677	4677
2016	4900	4900	4900	4900
2017	5124	5124	5124	5124
2018	5348	5348	5348	5348
2019	5571	5571	5571	5571
2020	5795	5795	5795	5795
Beneficios Generados Incrementales comparados con alternativa anterior				
1997	1887	0	0	0
1998	1986	0	0	0
1999	2085	0	0	0
2000	2184	0	0	0
2001	2305	0	0	0
2002	2426	0	0	0
2003	2546	0	0	0
2004	2667	0	0	0
2005	2788	0	0	0
2006	2942	0	0	0
2007	3096	0	0	0
2008	3250	0	0	0
2009	3404	0	0	0
2010	3558	0	0	0
2011	3782	0	0	0
2012	4005	0	0	0
2013	4229	0	0	0
2014	4453	0	0	0
2015	4677	0	0	0
2016	4900	0	0	0
2017	5124	0	0	0
2018	5348	0	0	0
2019	5571	0	0	0
2020	5795	0	0	0
Beneficios Netos Totales comparados con alternativa 1 (us\$ miles)				
1996	-48642	-61001	-63362	-70916
1997	2878	7847	7167	7304
1998	3729	9105	8425	8650
1999	4580	10363	9683	9996
2000	5430	11621	10941	11342
2001	6234	12992	12311	12808
2002	7037	14362	13682	14274
2003	7840	15733	15052	15740
2004	8643	17103	16423	17205
2005	9446	18474	17794	18671
2006	10533	20498	19818	20810

2007	11621	22523	21843	22849
2008	12708	24547	23867	25088
2009	13795	28572	25891	27228
2010	14883	28598	27916	29367
2011	15955	30888	30206	31801
2012	17026	33178	32495	34236
2013	18098	35465	34785	36670
2014	19170	37755	37075	39105
2015	20242	40045	39364	41540
2016	21314	42334	41654	43974
2017	22386	44624	43944	46409
2018	23457	46914	46233	48843
2019	24529	49203	48523	51278
2020	25601	51493	50813	53713
Beneficios Netos de obras de dragado comparados con alternativa 2 (us\$ miles)				
1996		-12359	-14720	-22274
1997		4969	4289	4426
1998		5376	4696	4921
1999		5784	5103	5417
2000		6191	5510	5912
2001		6758	6078	6575
2002		7326	6645	7237
2003		7893	7213	7900
2004		8460	7780	8562
2005		9028	8347	9225
2006		9665	9285	10277
2007		10902	10222	11328
2008		11839	11159	12380
2009		12776	12096	13432
2010		13714	13033	14484
2011		14931	14251	15847
2012		16149	15469	17209
2013		17367	16687	18572
2014		18585	17905	19935
2015		19803	19122	21298
2016		21021	20340	22660
2017		22238	21558	24023
2018		23456	22776	25386
2019		24674	23994	26749
2020		25892	25212	28111
Beneficios netos incrementales Totales (us\$ miles)				
1996	-48642	-12359	-2362	-7554
1997	2878	4969	-680	137
1998	3729	5376	-680	225
1999	4580	5784	-680	313
2000	5430	6191	-680	402
2001	6234	6758	-680	497
2002	7037	7326	-680	592
2003	7840	7893	-680	687
2004	8643	8460	-680	782
2005	9446	9028	-680	877
2006	10533	9665	-680	992
2007	11621	10902	-680	1107
2008	12708	11839	-680	1221
2009	13795	12776	-680	1336
2010	14883	13714	-680	1451
2011	15955	14931	-680	1566
2012	17026	16149	-680	1741
2013	18098	17367	-680	1886
2014	19170	18585	-680	2030
2015	20242	19803	-680	2175
2016	21314	21021	-680	2320
2017	22386	22238	-680	2465
2018	23457	23456	-680	2610
2019	24529	24674	-680	2755
2020	25601	25892	-680	2900

Costo por par de puertos

Par 1	16.75	12.96	12.96	12.96	12.96
Par 2	16.82	13.01	13.01	13.01	13.01
Par 3	7.35	4.83	4.83	4.83	4.83
Par 4	11.26	7.26	7.26	7.26	7.26
Par 5	12.10	9.60	9.60	9.60	9.60
Par 6	5.22	3.51	3.51	3.51	3.51
Par 7	11.02	8.64	8.64	8.64	8.64
Par 8	7.38	6.12	6.12	6.12	6.12
Par 9	8.32	7.09	7.09	7.09	7.09
Par 10	3.81	2.76	2.76	2.76	2.76
Par 11	54.41	47.94	22.34	22.34	21.48
Par 12	7.57	6.47	6.47	6.47	6.47
Par 13	16.91	16.91	8.62	8.62	7.91
Par 14	1.57	1.45	1.45	1.45	1.45
Par 15	14.23	11.35	11.35	11.35	11.35
Par 16	9.57	8.21	8.21	8.21	8.21
Par 17	12.25	7.87	7.87	7.87	7.87
Par 18	11.19	7.21	7.21	7.21	7.21
Par 19	6.06	5.35	5.35	5.35	5.35
Par 20	4.46	3.96	3.96	3.96	3.96

Tabla 2.18

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 Ferromuerto					
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	-	7.264	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	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)					

Tabla 2.18

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	-	7.264	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	6.083	7.237	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			981	(5.856)	(14.760)
Valor Actual Neto @ 12%					
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
Calado ponderado					
Soja (Corumbá-Nueva Palmira)	3,17	3,32	3,32	3,32	3,32
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	12,96	12,96
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

Tabla 2.18

Inversión Inicial en precios económicos (us\$ miles)					
Dragado	25183	67716	79754	82115	89669
Ayudas Navegación	0	6109	6238	6238	6238
Costos Ambientales	0	0	191	191	191
Total	25183	73825	86183	88545	96099
Costos Anuales en precios económicos (us\$ miles)					
Dragado	5566	12639	14844	15525	16456
Ayudas Navegación	0	3270	3539	3539	3539
Costos Ambientales	0	0	120	120	120
Total	5566	15908	18503	19184	20115
Costos de Transporte					
1997	299713	288379	280815	280815	279747
1998	314475	302389	294418	294418	293262
1999	329237	316400	308021	308021	306777
2000	343999	330410	321625	321625	320292
2001	355851	341580	332227	332227	330799
2002	367703	352749	342828	342828	341305
2003	379554	363918	353430	353430	351812
2004	391406	375087	364032	364032	362319
2005	403258	386257	374634	374634	372826
2006	409767	391832	382532	382532	381093
2007	416276	397408	390429	390429	389360
2008	422784	402984	398327	398327	397627
2009	429293	408559	406225	406225	405894
2010	435802	414135	414123	414123	414161
2011	442311	419711	422111	422111	421161
2012	448820	425287	429600	429600	428161
2013	455329	430863	437089	437089	436161
2014	461838	436439	444578	444578	443161
2015	468347	442015	452067	452067	450161
2016	474856	447591	459556	459556	457161
2017	481365	453167	467045	467045	464161
2018	487874	458743	474534	474534	470161
2019	494383	464319	482023	482023	476161
2020	500892	469895	489512	489512	482161
Ahorros Totales (comparados con alternativa 1)					
1997		11334	18898	18898	19966
1998		12085	20057	20057	21213
1999		12837	21216	21216	22460
2000		13589	22374	22374	23707
2001		14271	23624	23624	25052
2002		14954	24874	24874	26397
2003		15636	26124	26124	27742
2004		16319	27374	27374	29087
2005		17001	28624	28624	30432
2006		17934	29874	29874	31777
2007		18868	31124	31124	33122
2008		19801	32374	32374	34467
2009		20734	33624	33624	35812
2010		21667	34874	34874	37157
2011		22515	36124	36124	38502
2012		23364	37374	37374	39847
2013		24212	38624	38624	41192
2014		25060	39874	39874	42537
2015		25908	41124	41124	43882
2016		26756	42374	42374	45227
2017		27604	43624	43624	46572
2018		28452	44874	44874	47917
2019		29300	46124	46124	49262
2020		30148	47374	47374	50607
Ahorros de inversión en obras de dragado (comparados con alternativa 2)					
1997			7564	7564	8632
1998			7971	7971	9128
1999			8379	8379	9623
2000			8786	8786	10118
2001			9353	9353	10781
2002			9921	9921	11444
2003			10488	10488	12106
2004			11055	11055	12769
2005			11623	11623	13431
2006			9301	9301	10740
2007			6979	6979	8048
2008			4656	4656	5357
2009			2334	2334	2665
2010			12	12	-26
2011			14	14	-29
2012			15	15	-32
2013			16	16	-35

Tabla 2.18

2014		17	17	-37
2015		19	19	-40
2016		20	20	-43
2017		21	21	-46
2018		23	23	-48
2019		24	24	-51
2020		25	25	-54
Ahorros Incrementales (comparados con la alternativa anterior)				
1997	11334	7564	0	1068
1998	12085	7971	0	1156
1999	12837	8379	0	1244
2000	13589	8786	0	1333
2001	14271	9353	0	1428
2002	14954	9921	0	1523
2003	15636	10488	0	1618
2004	16319	11055	0	1713
2005	17001	11623	0	1808
2006	17934	9301	0	1439
2007	18868	6979	0	1070
2008	19801	4656	0	700
2009	20734	2334	0	331
2010	21667	12	0	-38
2011	22515	14	0	-43
2012	23364	15	0	-47
2013	24212	16	0	-51
2014	25060	17	0	-55
2015	25908	19	0	-59
2016	26756	20	0	-63
2017	27604	21	0	-67
2018	28452	23	0	-71
2019	29300	24	0	-75
2020	30148	25	0	-79
Beneficios Generales Totales comparados con alternativa 1				
1997	1887	1887	1887	1887
1998	1986	1986	1986	1986
1999	2085	2085	2085	2085
2000	2184	2184	2184	2184
2001	2305	2305	2305	2305
2002	2426	2426	2426	2426
2003	2546	2546	2546	2546
2004	2667	2667	2667	2667
2005	2788	2788	2788	2788
2006	2942	2942	2942	2942
2007	3096	3096	3096	3096
2008	3250	3250	3250	3250
2009	3404	3404	3404	3404
2010	3558	3558	3558	3558
2011	3782	3782	3782	3782
2012	4005	4005	4005	4005
2013	4229	4229	4229	4229
2014	4453	4453	4453	4453
2015	4677	4677	4677	4677
2016	4900	4900	4900	4900
2017	5124	5124	5124	5124
2018	5348	5348	5348	5348
2019	5571	5571	5571	5571
2020	5795	5795	5795	5795
Beneficios Generados Incrementales comparados con alternativa anterior				
1997	1887	0	0	0
1998	1986	0	0	0
1999	2085	0	0	0
2000	2184	0	0	0
2001	2305	0	0	0
2002	2426	0	0	0
2003	2546	0	0	0
2004	2667	0	0	0
2005	2788	0	0	0
2006	2942	0	0	0
2007	3096	0	0	0
2008	3250	0	0	0
2009	3404	0	0	0
2010	3558	0	0	0
2011	3782	0	0	0
2012	4005	0	0	0
2013	4229	0	0	0
2014	4453	0	0	0
2015	4677	0	0	0

Tabla 2.18

2016	4900	0	0	0
2017	5124	0	0	0
2018	5348	0	0	0
2019	5571	0	0	0
2020	5795	0	0	0
Beneficios Netos Totales comparados con alternativa 1 (us\$ miles)				
1996	-48642	-61001	-63362	-70916
1997	2878	7847	7167	7304
1998	3729	9105	8425	8650
1999	4580	10363	9683	9996
2000	5430	11621	10941	11342
2001	6234	12992	12311	12808
2002	7037	14362	13682	14274
2003	7840	15733	15052	15740
2004	8643	17103	16423	17205
2005	9446	18474	17794	18671
2006	10533	17239	16559	17067
2007	11621	16004	15324	15463
2008	12708	14770	14089	13858
2009	13795	13535	12854	12254
2010	14883	12300	11620	10650
2011	15955	13373	12693	11719
2012	17026	14446	13766	12788
2013	18098	15519	14839	13857
2014	19170	16592	15912	14926
2015	20242	17665	16985	15995
2016	21314	18739	18058	17064
2017	22385	19812	19131	18133
2018	23457	20885	20204	19202
2019	24529	21958	21278	20272
2020	25601	23031	22351	21341
Beneficios Netos de obras de dragado comparados con alternativa 2 (us\$ miles)				
1996		-12359	-14720	-22274
1997		4969	4289	4426
1998		5376	4696	4921
1999		5784	5103	5417
2000		6191	5510	5912
2001		6758	6078	6575
2002		7326	6645	7237
2003		7893	7213	7900
2004		8460	7780	8562
2005		9028	8347	9225
2006		6706	6025	6533
2007		4384	3703	3842
2008		2061	1381	1150
2009		-261	-941	-1541
2010		-2583	-3263	-4233
2011		-2582	-3262	-4235
2012		-2580	-3261	-4238
2013		-2579	-3259	-4241
2014		-2578	-3258	-4244
2015		-2576	-3257	-4246
2016		-2575	-3255	-4249
2017		-2574	-3254	-4252
2018		-2572	-3253	-4255
2019		-2571	-3252	-4258
2020		-2570	-3250	-4260
Beneficios netos incrementales Totales (us\$ miles)				
1996	-48642	-12359	-2362	-7554
1997	2878	4969	-680	137
1998	3729	5376	-680	225
1999	4580	5784	-680	313
2000	5430	6191	-680	402
2001	6234	6758	-680	497
2002	7037	7326	-680	592
2003	7840	7893	-680	687
2004	8643	8460	-680	782
2005	9446	9028	-680	877
2006	10533	6706	-680	508
2007	11621	4384	-680	139
2008	12708	2061	-680	-231
2009	13795	-261	-680	-600
2010	14883	-2583	-680	-969
2011	15955	-2582	-680	-974
2012	17026	-2580	-680	-978
2013	18098	-2579	-680	-982
2014	19170	-2578	-680	-986

Tabla 2.18

2015		20242	-2576	-680	-990
2016		21314	-2575	-680	-994
2017		22385	-2574	-680	-998
2018		23457	-2572	-680	-1002
2019		24529	-2571	-680	-1006
2020		25601	-2570	-680	-1010
Costo por par de puertos					
Par 1	16,75	12,96	12,96	12,96	12,96
Par 2	16,82	13,01	13,01	13,01	13,01
Par 3	7,35	4,83	4,83	4,83	4,83
Par 4	11,26	7,26	7,26	7,26	7,26
Par 5	12,10	9,60	9,60	9,60	9,60
Par 6	5,22	3,51	3,51	3,51	3,51
Par 7	11,02	8,64	8,64	8,64	8,64
Par 8	7,38	6,12	6,12	6,12	6,12
Par 9	8,32	7,09	7,09	7,09	7,09
Par 10	3,81	2,76	2,76	2,76	2,76
Par 11	54,41	47,94	22,34	22,34	21,48
Par 12	7,57	6,47	6,47	6,47	6,47
Par 13	16,91	16,91	8,62	8,62	7,91
Par 14	1,57	1,45	1,45	1,45	1,45
Par 15	14,23	11,35	11,35	11,35	11,35
Par 16	9,57	8,21	8,21	8,21	8,21
Par 17	12,25	7,87	7,87	7,87	7,87
Par 18	11,19	7,21	7,21	7,21	7,21
Par 19	6,06	5,35	5,35	5,35	5,35
Par 20	4,46	3,96	3,96	3,96	3,96

2005. Los ahorros de costos de transporte son idénticos a los de la Tabla 2.17 (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 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 barcazas y 25 años para empujadores. Con la operación de sólo 8 años, se 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, bajo este esquema sólo se podría absorber una parte relativamente pequeña de la flota, si el cambio se produjera bruscamente.
2. Una virtual caída repentina en la operación de un sistema de transporte tan grande como lo 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. En la práctica, de acuerdo con su capacidad de competencia, los armadores se verían obligados a adoptar una serie de medidas para reducir su pérdida de participación en el mercado, principalmente la reducción de fletes, pero las mismas no serían suficientes.
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. Relacionado con el tercer factor, le 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 político en que existan los dos modos podría conducir a decisiones de los sectores privado y público que mantendrían una parte de la demanda en la Hidrovía.

Sin embargo, aunque dichos otros factores pueden resultar en una participación del mercado mayor para la Hidrovía, sus costos parecidos o 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 con 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 de la entrada en operación de Ferronorte, no se puede justificar la inversión en base a criterios netamente económicos.

2.6.3 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 tiene que primero 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 está condicionada por 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 de 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 2.19 presenta los resultados de la alternativa de implementación de Ferronorte en 2010. Los resultados son más positivos que los mismos de la Tabla 2.18, 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 se mantienen conceptualmente. Si bien esta sensibilidad muestra rendimientos positivos de la inversión, representa sólo una posible tendencia y no una conclusión de factibilidad. En este sentido, conforme se retrase la terminación de Ferronorte, aumenta el período de generación de beneficios fortaleciendo los argumentos a favor de la inversión, sin descontar los inconvenientes ya mencionados y la menor probabilidad de esta hipótesis.

En la Tabla 2.20 se presenta la hipótesis de sensibilidad a los costos de transporte ferroviario de Ferronorte durante el período de análisis, comparada con la hipótesis básica. Se supone que Ferronorte opera 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, éste 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 y no mayores que los de la hipótesis básica.

- **Tabla 2.20**
Hipótesis de Costos Operativos del Ferrocarril

Costos Ferroviarios	Costo de Transporte por Año (u\$s/mil tkm)				
	1997	2000	2005	2010	2020
Hipótesis Básica					
Ferronorte	18	18	18	18	18
Resto Sistema	30	30	18	18	18
Hipótesis Sensibilidad					
Ferronorte	22	22	18	18	18
Resto Sistema	30	30	18	18	18

Nota: Se supone una reducción gradual de costos entre 2000 y 2005.

La Tabla 2.21 presenta la evaluación de las alternativas B2, C2 y D2 bajo la hipótesis de sensibilidad de costos ferroviarios. Comparando los resultados con los de la Tabla 2.18, las mismas alternativas bajo la hipótesis básica de costos ferroviarios, 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 anterior a 2005, dado que a partir de este año comienza la desviación de carga hacia Ferronorte.

Tabla 2.19

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 Ferromuerto					
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

Tabla 2.19

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	106,822
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	17,851	18,480	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	6,083	7,237	8,597	8,597	8,607
2000	7,304	8,581	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	15,281
2010		19,487	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			981	(5,856)	(14,760)
Valor Actual Neto @ 12%					
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

Tabla 2.19

Calado ponderado					
Soja (Corumbá-Nueva Palmira)	3.17	3.32	3.32	3.32	3.32
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	12.96	12.96
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
Inversión Inicial en precios económicos (us\$ miles)					
Dragado	25183	67716	79754	82115	89869
Ayudas Navegación	0	6109	6238	6238	6238
Costos Ambientales	0	0	191	191	191
Total	25183	73825	86183	88545	96099
Costos Anuales en precios económicos (us\$ miles)					
Dragado	5566	12639	14844	15525	16456
Ayudas Navegación	0	3270	3539	3539	3539
Costos Ambientales	0	0	120	120	120
Total	5566	15908	18503	19184	20115
Costos de Transporte					
1997	299713	288379	280815	280815	279747
1998	314475	302389	294418	294418	293262
1999	329237	316400	308021	308021	306777
2000	343999	330410	321625	321625	320292
2001	355851	341580	332227	332227	330798
2002	367703	352749	342828	342828	341305
2003	379554	363918	353430	353430	351812
2004	391406	375087	364032	364032	362319
2005	403258	386257	374634	374634	372826
2006	409767	391832	382532	382532	381093
2007	416276	397408	390429	390429	389360
2008	422784	402984	398327	398327	397627
2009	429293	408559	406225	406225	405894
2010	435802	414135	414123	414123	414161
2011	453941	431425	431412	431412	431454
2012	472080	448716	448701	448701	448748
2013	490218	466007	465991	465991	466041
2014	508357	483287	483280	483280	483335
2015	526496	500588	500569	500569	500628
2016	544634	517879	517859	517859	517921
2017	562773	535169	535148	535148	535215
2018	580912	552460	552437	552437	552508
2019	599051	569751	569727	569727	569802
2020	617189	587041	587016	587016	587095
Ahorros Totales (comparados con alternativa 1)					
1997		11334	18898	18898	19966
1998		12085	20057	20057	21213
1999		12837	21216	21216	22460
2000		13589	22374	22374	23707
2001		14271	23624	23624	25052
2002		14954	24874	24874	26397
2003		15636	26124	26124	27742
2004		16319	27374	27374	29087
2005		17001	28624	28624	30432
2006		17834	27235	27235	28674
2007		18868	25846	25846	26916
2008		19801	24457	24457	25158
2009		20734	23068	23068	23399
2010		21667	21680	21680	21641
2011		22515	22529	22529	22486
2012		23364	23378	23378	23332
2013		24212	24228	24228	24177
2014		25060	25077	25077	25022
2015		25908	25826	25826	25868
2016		26756	26776	26776	26713
2017		27604	27625	27625	27558
2018		28452	28475	28475	28404
2019		29300	29324	29324	29249
2020		30148	30173	30173	30094
Ahorros de inversión en obras de dragado (comparados con alternativa 2)					
1997			7564	7564	8632

Tabla 2.19

1998		7971	7971	9128
1999		8379	8379	9623
2000		8786	8786	10118
2001		9353	9353	10781
2002		9921	9921	11444
2003		10488	10488	12106
2004		11055	11055	12769
2005		11623	11623	13431
2006		9301	9301	10740
2007		6979	6979	8048
2008		4656	4656	5357
2009		2334	2334	2665
2010		12	12	-28
2011		14	14	-29
2012		15	15	-32
2013		16	16	-35
2014		17	17	-37
2015		19	19	-40
2016		20	20	-43
2017		21	21	-46
2018		23	23	-48
2019		24	24	-51
2020		25	25	-54
Ahorros Incrementales (comparados con la alternativa anterior)				
1997	11334	7564	0	1068
1998	12085	7971	0	1156
1999	12837	8379	0	1244
2000	13589	8786	0	1333
2001	14271	9353	0	1428
2002	14954	9921	0	1523
2003	15636	10488	0	1618
2004	16319	11055	0	1713
2005	17001	11623	0	1808
2006	17634	9301	0	1439
2007	18268	6979	0	1070
2008	18801	4656	0	700
2009	20734	2334	0	331
2010	21667	12	0	-38
2011	22515	14	0	-43
2012	23364	15	0	-47
2013	24212	16	0	-51
2014	25060	17	0	-55
2015	25908	19	0	-59
2016	26756	20	0	-63
2017	27604	21	0	-67
2018	28452	23	0	-71
2019	29300	24	0	-75
2020	30148	25	0	-79
Beneficios Generales Totales comparados con alternativa 1				
1997	1887	1887	1887	1887
1998	1986	1986	1986	1986
1999	2085	2085	2085	2085
2000	2184	2184	2184	2184
2001	2305	2305	2305	2305
2002	2426	2426	2426	2426
2003	2546	2546	2546	2546
2004	2667	2667	2667	2667
2005	2788	2788	2788	2788
2006	2942	2942	2942	2942
2007	3086	3086	3086	3086
2008	3250	3250	3250	3250
2009	3404	3404	3404	3404
2010	3558	3558	3558	3558
2011	3782	3782	3782	3782
2012	4005	4005	4005	4005
2013	4229	4229	4229	4229
2014	4453	4453	4453	4453
2015	4677	4677	4677	4677
2016	4900	4900	4900	4900
2017	5124	5124	5124	5124

Tabla 2.19

2018	5348	5348	5348	5348
2019	5571	5571	5571	5571
2020	5795	5795	5795	5795
Beneficios Generados Incrementales comparados con alternativa anterior				
1997	1887	0	0	0
1998	1888	0	0	0
1999	2085	0	0	0
2000	2184	0	0	0
2001	2305	0	0	0
2002	2428	0	0	0
2003	2548	0	0	0
2004	2687	0	0	0
2005	2788	0	0	0
2006	2842	0	0	0
2007	3086	0	0	0
2008	3250	0	0	0
2009	3404	0	0	0
2010	3558	0	0	0
2011	3782	0	0	0
2012	4005	0	0	0
2013	4229	0	0	0
2014	4453	0	0	0
2015	4677	0	0	0
2016	4900	0	0	0
2017	5124	0	0	0
2018	5348	0	0	0
2019	5571	0	0	0
2020	5795	0	0	0
Beneficios Netos Totales comparados con alternativa 1 (us\$ miles)				
1996	-48642	-61001	-63362	-70916
1997	2878	7847	7167	7304
1998	3729	9105	8425	8650
1999	4580	10363	9683	9886
2000	5430	11621	10941	11342
2001	6234	12882	12311	12808
2002	7037	14362	13682	14274
2003	7840	15733	15052	15740
2004	8643	17103	16423	17205
2005	9446	18474	17794	18671
2006	10533	17239	16559	17087
2007	11621	16004	15324	15463
2008	12708	14770	14089	13858
2009	13795	13535	12854	12254
2010	14883	12300	11620	10650
2011	15855	13373	12693	11719
2012	17026	14446	13766	12788
2013	18098	15519	14839	13857
2014	19170	16592	15912	14926
2015	20242	17665	16985	15995
2016	21314	18739	18058	17064
2017	22385	19812	19131	18133
2018	23457	20885	20204	19202
2019	24529	21958	21278	20272
2020	25601	23031	22351	21341
Beneficios Netos de obras de dragado comparados con alternativa 2 (us\$ miles)				
1996		-12359	-14720	-22274
1997		4969	4289	4426
1998		5376	4696	4921
1999		5784	5103	5417
2000		6191	5510	5912
2001		6758	6078	6575
2002		7326	6645	7237
2003		7893	7213	7900
2004		8460	7780	8562
2005		9028	8347	9225
2006		9706	9025	9833
2007		10384	9703	10442
2008		11061	10381	11150
2009		-261	-941	-1541

Tabla 2.19

2010		-2583	-3263	-4233
2011		-2582	-3262	-4235
2012		-2580	-3261	-4238
2013		-2579	-3259	-4241
2014		-2578	-3258	-4244
2015		-2576	-3257	-4246
2016		-2575	-3255	-4249
2017		-2574	-3254	-4252
2018		-2572	-3253	-4255
2019		-2571	-3252	-4258
2020		-2570	-3250	-4260
Beneficios netos incrementales Totales (us\$ miles)				
1996	-48642	-12359	-2362	-7554
1997	2878	4969	-680	137
1998	3729	5376	-680	225
1999	4580	5784	-680	313
2000	5430	6191	-680	402
2001	6234	6758	-680	497
2002	7037	7326	-680	592
2003	7840	7893	-680	687
2004	8643	8460	-680	782
2005	9446	9028	-680	877
2006	10533	6706	-680	508
2007	11621	4384	-680	139
2008	12708	2061	-680	-231
2009	13795	-261	-680	-600
2010	14883	-2583	-680	-969
2011	15955	-2582	-680	-974
2012	17026	-2580	-680	-978
2013	18098	-2579	-680	-982
2014	19170	-2578	-680	-986
2015	20242	-2576	-680	-990
2016	21314	-2575	-680	-994
2017	22385	-2574	-680	-998
2018	23457	-2572	-680	-1002
2019	24529	-2571	-680	-1006
2020	25601	-2570	-680	-1010
Costo por par de puertos				
Par 1	16.75	12.96	12.96	12.96
Par 2	16.82	13.01	13.01	13.01
Par 3	7.35	4.83	4.83	4.83
Par 4	11.26	7.26	7.26	7.26
Par 5	12.10	9.60	9.60	9.60
Par 6	5.22	3.51	3.51	3.51
Par 7	11.02	8.64	8.64	8.64
Par 8	7.38	6.12	6.12	6.12
Par 9	8.32	7.09	7.09	7.09
Par 10	3.81	2.76	2.76	2.76
Par 11	54.41	47.94	22.34	21.48
Par 12	7.57	6.47	6.47	6.47
Par 13	16.91	16.91	8.62	7.91
Par 14	1.57	1.45	1.45	1.45
Par 15	14.23	11.35	11.35	11.35
Par 16	9.57	8.21	8.21	8.21
Par 17	12.25	7.87	7.87	7.87
Par 18	11.19	7.21	7.21	7.21
Par 19	6.06	5.35	5.35	5.35
Par 20	4.46	3.96	3.96	3.96

Tabla 2.21

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	2005	2005	2005	2005	2005
Costo por mil TKU (u\$s) - 1997	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
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)	29.944	80.518	94.832	97.640	106.622
Obras de Dragado	-	7.264	7.418	7.418	7.418
Ayudas a la Navegación	-	-	191	191	191
Costos Ambientales	-	-	-	-	-
Total	29.944	87.782	102.441	105.249	114.231
Costos Anuales en precios de mercado (us\$ miles)	6.618	15.028	17.651	18.460	19.567
Obras de Dragado	-	3.888	4.208	4.208	4.208
Ayudas a la Navegación	-	-	120	120	120
Costos Ambientales	-	-	-	-	-
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	6.083	7.237	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		10.168	24.587	24.587	25.655
2000		12.239	29.538	29.538	30.871
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			14.420	14.420	15.487
2000			17.300	17.300	18.632
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%	25%	23%	20%
Valor Actual Neto @ 12%		18.078	47.438	40.601	31.698
Resultados de la inversión Cáceres-Corumbá (comparado con la alternativa F2E1)					
Tasa Interna de Retorno			#NÚM!	#DIV/0!	3%
Valor Actual Neto @ 12%			29.360	22.522	13.619
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
Calado ponderado					
Soja (Corumbá-Nueva Palmira)	3,17	3,32	3,32	3,32	3,32
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	12,96	12,96
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

Tabla 2.21

Inversión Inicial en precios económicos (us\$ miles)					
Dragado	25183	67716	79754	82115	89669
Ayudas Navegación	0	6109	6238	6238	6238
Costos Ambientales	0	0	191	191	191
Total	25183	73825	86183	88545	96099
Costos Anuales en precios económicos (us\$ miles)					
Dragado	5566	12639	14844	15525	16456
Ayudas Navegación	0	3270	3539	3539	3539
Costos Ambientales	0	0	120	120	120
Total	5566	15908	18503	19184	20115
Costos de Transporte					
1997	311787	300453	286034	286034	284966
1998	327324	315238	299858	299858	298702
1999	342860	330022	313683	313683	312438
2000	358396	344807	327507	327507	326175
2001	355961	341689	327848	327848	326787
2002	353525	338571	328189	328189	327399
2003	351090	335454	328529	328529	328010
2004	348655	332336	328870	328870	328622
2005	346219	329218	329211	329211	329234
2006	364136	346202	346193	346193	346220
2007	382052	363185	363176	363176	363205
2008	399969	380168	380158	380158	380190
2009	417886	397151	397140	397140	397176
2010	435802	414135	414123	414123	414161
2011	453941	431425	431412	431412	431454
2012	472080	448716	448701	448701	448748
2013	490218	466007	465991	465991	466041
2014	508357	483297	483280	483280	483335
2015	526496	500588	500569	500569	500628
2016	544634	517879	517859	517859	517921
2017	562773	535169	535148	535148	535215
2018	580912	552460	552437	552437	552508
2019	599051	569751	569727	569727	569802
2020	617189	587041	587016	587016	587095
Ahorros Totales (comparados con alternativa 1)					
1997		11334	25754	25754	26822
1998		12086	27465	27465	28622
1999		12838	29177	29177	30422
2000		13589	30889	30889	32221
2001		14272	28113	28113	29174
2002		14954	25337	25337	26127
2003		15636	22561	22561	23080
2004		16319	19785	19785	20032
2005		17001	17008	17008	16985
2006		17934	17943	17943	17916
2007		18868	18877	18877	18847
2008		19801	19811	19811	19779
2009		20734	20745	20745	20710
2010		21667	21680	21680	21641
2011		22515	22529	22529	22486
2012		23364	23378	23378	23332
2013		24212	24228	24228	24177
2014		25060	25077	25077	25022
2015		25908	25926	25926	25868
2016		26756	26776	26776	26713
2017		27604	27625	27625	27558
2018		28452	28475	28475	28404
2019		29300	29324	29324	29249
2020		30148	30173	30173	30094
Ahorros de inversión en obras de dragado (comparados con alternativa 2)					
1997			14420	14420	15487
1998			15380	15380	16536
1999			16340	16340	17584
2000			17300	17300	18632
2001			13841	13841	14903
2002			10383	10383	11173
2003			6924	6924	7443
2004			3466	3466	3714
2005			7	7	-16
2006			8	8	-18
2007			9	9	-20
2008			10	10	-22
2009			11	11	-24
2010			12	12	-26
2011			14	14	-29
2012			15	15	-32
2013			16	16	-35

Tabla 2.21

2014		17	17	-37
2015		19	19	-40
2016		20	20	-43
2017		21	21	-46
2018		23	23	-48
2019		24	24	-51
2020		25	25	-54
Ahorros Incrementales (comparados con la alternativa anterior)				
1997	11334	14420	0	1068
1998	12086	15380	0	1156
1999	12838	16340	0	1244
2000	13589	17300	0	1333
2001	14272	13841	0	1061
2002	14954	10383	0	790
2003	15636	6924	0	519
2004	16319	3466	0	248
2005	17001	7	0	-23
2006	17934	8	0	-26
2007	18868	9	0	-29
2008	19801	10	0	-32
2009	20734	11	0	-35
2010	21667	12	0	-38
2011	22515	14	0	-43
2012	23364	15	0	-47
2013	24212	16	0	-51
2014	25060	17	0	-55
2015	25908	19	0	-59
2016	26756	20	0	-63
2017	27604	21	0	-67
2018	28452	23	0	-71
2019	29300	24	0	-75
2020	30148	25	0	-79
Beneficios Generales Totales comparados con alternativa 1				
1997	1887	1887	1887	1887
1998	1986	1986	1986	1986
1999	2085	2085	2085	2085
2000	2184	2184	2184	2184
2001	2305	2305	2305	2305
2002	2426	2426	2426	2426
2003	2546	2546	2546	2546
2004	2667	2667	2667	2667
2005	2788	2788	2788	2788
2006	2942	2942	2942	2942
2007	3096	3096	3096	3096
2008	3250	3250	3250	3250
2009	3404	3404	3404	3404
2010	3558	3558	3558	3558
2011	3782	3782	3782	3782
2012	4005	4005	4005	4005
2013	4229	4229	4229	4229
2014	4453	4453	4453	4453
2015	4677	4677	4677	4677
2016	4900	4900	4900	4900
2017	5124	5124	5124	5124
2018	5348	5348	5348	5348
2019	5571	5571	5571	5571
2020	5795	5795	5795	5795
Beneficios Generados Incrementales comparados con alternativa anterior				
1997	1887	0	0	0
1998	1986	0	0	0
1999	2085	0	0	0
2000	2184	0	0	0
2001	2305	0	0	0
2002	2426	0	0	0
2003	2546	0	0	0
2004	2667	0	0	0
2005	2788	0	0	0
2006	2942	0	0	0
2007	3096	0	0	0
2008	3250	0	0	0
2009	3404	0	0	0
2010	3558	0	0	0
2011	3782	0	0	0
2012	4005	0	0	0
2013	4229	0	0	0
2014	4453	0	0	0
2015	4677	0	0	0

Tabla 2.21

2016	4900	0	0	0
2017	5124	0	0	0
2018	5348	0	0	0
2019	5571	0	0	0
2020	5795	0	0	0
Beneficios Netos Totales comparados con alternativa 1 (us\$ miles)				
1996	-48642	-61001	-63362	-70916
1997	2879	14703	14023	14160
1998	3729	16514	15833	16059
1999	4580	18325	17644	17958
2000	5431	20135	19455	19857
2001	6234	17480	16800	16930
2002	7037	14825	14144	14004
2003	7840	12169	11489	11077
2004	8643	9514	8834	8150
2005	9446	6859	6178	5224
2006	10533	7947	7266	6309
2007	11621	9035	8355	7394
2008	12708	10123	9443	8480
2009	13795	11212	10531	9565
2010	14883	12300	11620	10650
2011	15955	13373	12693	11719
2012	17026	14446	13766	12788
2013	18098	15519	14839	13857
2014	19170	16592	15912	14926
2015	20242	17665	16985	15995
2016	21314	18739	18058	17064
2017	22385	19812	19131	18133
2018	23457	20885	20204	19202
2019	24529	21958	21278	20272
2020	25601	23031	22351	21341
Beneficios Netos de obras de dragado comparados con alternativa 2 (us\$ miles)				
1996		-12359	-14720	-22274
1997		11825	11144	11281
1998		12784	12104	12329
1999		13744	13064	13377
2000		14704	14024	14426
2001		11246	10566	10696
2002		7788	7107	6966
2003		4329	3649	3237
2004		871	190	-493
2005		-2588	-3268	-4222
2006		-2587	-3267	-4224
2007		-2586	-3266	-4226
2008		-2585	-3265	-4229
2009		-2584	-3264	-4231
2010		-2583	-3263	-4233
2011		-2582	-3262	-4235
2012		-2580	-3261	-4238
2013		-2579	-3259	-4241
2014		-2578	-3258	-4244
2015		-2576	-3257	-4246
2016		-2575	-3255	-4249
2017		-2574	-3254	-4252
2018		-2572	-3253	-4255
2019		-2571	-3252	-4258
2020		-2570	-3250	-4260
Beneficios netos incrementales Totales (us\$ miles)				
1996	-48642	-12359	-2362	-7554
1997	2879	11825	-680	137
1998	3729	12784	-680	225
1999	4580	13744	-680	313
2000	5431	14704	-680	402
2001	6234	11246	-680	130
2002	7037	7788	-680	-141
2003	7840	4329	-680	-412
2004	8643	871	-680	-683
2005	9446	-2588	-680	-954
2006	10533	-2587	-680	-957
2007	11621	-2586	-680	-960
2008	12708	-2585	-680	-963
2009	13795	-2584	-680	-966
2010	14883	-2583	-680	-969
2011	15955	-2582	-680	-974
2012	17026	-2580	-680	-978
2013	18098	-2579	-680	-982
2014	19170	-2578	-680	-986

Tabla 2.21

2015		20242	-2576	-680	-990
2016		21314	-2575	-680	-994
2017		22385	-2574	-680	-998
2018		23457	-2572	-680	-1002
2019		24529	-2571	-680	-1006
2020		25601	-2570	-680	-1010
Costo por par de puertos					
	16,75	12,96	12,96	12,96	12,96
Par 1	16,82	13,01	13,01	13,01	13,01
Par 2	7,35	4,83	4,83	4,83	4,83
Par 3	11,26	7,26	7,26	7,26	7,26
Par 4	12,10	9,60	9,60	9,60	9,60
Par 5	5,22	3,51	3,51	3,51	3,51
Par 6	11,02	8,64	8,64	8,64	8,64
Par 7	7,38	6,12	6,12	6,12	6,12
Par 8	8,32	7,09	7,09	7,09	7,09
Par 9	3,81	2,76	2,76	2,76	2,76
Par 10	54,41	47,94	22,34	22,34	21,48
Par 11	7,57	6,47	6,47	6,47	6,47
Par 12	16,91	16,91	8,62	8,62	7,91
Par 13	1,57	1,45	1,45	1,45	1,45
Par 14	14,23	11,35	11,35	11,35	11,35
Par 15	9,57	8,21	8,21	8,21	8,21
Par 16	12,25	7,87	7,87	7,87	7,87
Par 17	11,19	7,21	7,21	7,21	7,21
Par 18	6,06	5,35	5,35	5,35	5,35
Par 19	4,46	3,96	3,96	3,96	3,96
Par 20					

Es interesante observar que los beneficios no son debidos a un aumento en la demanda sobre la Hidrovía en el caso de la hipótesis de sensibilidad -- los flujos para todos los años son idénticos. Efectivamente, sin Ferronorte hasta Cuiabá (antes de 2005) toda la carga desviable prefiere la Hidrovía en razón del costo mayor de u\$s 22/mil tkm de la Ferronorte. El aumento de los beneficios se debe a la apreciación de una diferencia relativamente mayor entre los costos/tonelada de los dos medios de transporte. Al aumentar arbitrariamente los costos unitarios de Ferronorte (de u\$s 18 a 22/ mil tkm), se produce un ahorro contable de beneficios sin un correspondiente aumento de tráfico.

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 impiden la virtual pérdida de la demanda cuando se complete Ferronorte, y en consecuencia no afectan la conclusión de no factibilidad de la situación con Ferronorte presentada en el punto 2.6.3. Estos factores son difíciles de predecir concluyéndose que, a pesar de las tendencias favorables de este análisis de sensibilidad, el rendimiento probable de la inversión incremental es reducido (12%) y “per se” no da suficientes garantías de factibilidad, a juicio del Consultor.

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 presentados en la Tabla 2.22 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.

La Tabla 2.23 presenta la evaluación de las mismas alternativas bajo el escenario de demanda alta. Como es de esperarse, los resultados son superiores a los de demanda media. La alternativa B2 se mantiene superior. El siguiente resumen de los resultados de la alternativa B2 bajo los escenarios de demanda baja, media y alta indica la insensibilidad de la conclusión de viabilidad sin Ferronorte hasta Cuiabá (Tabla 2.24).

Tabla 2.22

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	4x4	4x5	4x5	4x5	4x5
Santa Fe-Asunción	3x4	4x4	4x4	4x4	4x4
Asunción-Corumbá			1x2	2x1	2x2
Corumbá-Cáceres					
Calado de diseño (m.)	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Santa Fe-Asunción	2,0	2,6	2,6	2,6	2,6
Asunción-Corumbá			1,8	1,8	1,8
Corumbá-Cáceres	18	22	22	22	22
Horas diarias de navegación					
Escenario de Ferromonte	2021	2021	2021	2021	2021
Año de Implantación - Cuiabá	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Costo por mil TKU (u\$s) - 1997	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Costo por mil TKU (u\$s) - 2005	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Escenario de Demanda					
Inversión Inicial en precios de mercado (us\$ miles)	29.944	80.518	94.832	97.640	106.622
Obras de Dragado	-	7.264	7.418	7.418	7.418
Ayudas a la Navegación	-	-	191	191	191
Costos Ambientales	29.944	87.782	102.441	105.249	114.231
Total					
Costos Anuales en precios de mercado (us\$ miles)	6.618	15.028	17.651	18.460	19.567
Obras de Dragado	-	3.888	4.208	4.208	4.208
Ayudas a la Navegación	-	-	120	120	120
Costos Ambientales	6.618	18.916	21.979	22.788	23.895
Total					
Costo adicional al Caso Base (us\$ miles)		57.838	72.497	75.305	84.287
Inversión Inicial		12.298	15.361	16.170	17.277
Mantenimiento Anual					
Costo adicional a la alternativa F2E1 (us\$ miles)			14.659	17.467	26.449
Inversión Inicial			3.063	3.872	4.979
Mantenimiento Anual					
Costo incremental (us\$ miles)		57.838	14.659	2.808	8.982
Inversión Inicial		12.298	3.063	809	1.107
Mantenimiento Anual					
Flujos de carga sobre la Hidrovia (miles de toneladas)					
1997	5.855	6.009	7.188	7.188	7.196
2000	7.022	7.152	8.562	8.562	8.573
2005	8.426	8.494	10.358	10.358	10.373
2010	10.284	10.353	12.761	12.761	12.779
2020	14.315	14.383	18.438	18.438	18.467
Ahorros costos de transporte comparados con el Caso Base (us\$ miles)		9.462	16.093	16.093	17.018
1997		11.362	18.811	18.811	19.925
2000		14.174	23.753	23.753	25.229
2005		18.148	31.116	31.116	33.013
2010		26.733	50.303	50.303	53.469
2020					
Ahorros costos de transporte comparados con la alternativa F2E1 (us\$ miles)			6.631	6.631	7.555
1997			7.450	7.450	8.564
2000			9.578	9.578	11.055
2005			12.968	12.968	14.865
2010			23.570	23.570	26.736
2020					
Beneficios adicionales (u\$s miles)		1167	1167	1167	1167
1997		1351	1351	1351	1351
2000		1724	1724	1724	1724
2005		2200	2200	2200	2200
2010		3583	3583	3583	3583
2020					
Resultados de la inversión total (comparado con el Caso Base)		10%	17%	16%	15%
Tasa Interna de Retorno		(7.270)	32.005	25.168	21.926
Valor Actual Neto @ 12%					
Resultados de la inversión Cáceres-Corumbá (comparado con la alternativa F2E1)			40%	31%	24%
Tasa Interna de Retorno			39.275	32.438	29.196
Valor Actual Neto @ 12%					
Flujos por producto - 1997 (mil ton)					
Soja en grano	767	859	1.479	1.479	1.483
Farelo de soja	999	1.053	1.571	1.571	1.577
Total	5.855	6.009	7.188	7.188	7.196
Calado ponderado					
Soja (Corumbá-Nueva Palmira)	3,17	3,32	3,32	3,32	3,32
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	12,96	12,96
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

Tabla 2.22

Inversión Inicial en precios económicos (us\$ miles)					
Dragado	25183	67716	79754	82115	89669
Ayudas Navegación	0	6109	6238	6238	6238
Costos Ambientales	0	0	191	191	191
Total	25183	73825	86183	88545	96099
Costos Anuales en precios económicos (us\$ miles)					
Dragado	5566	12639	14844	15525	16456
Ayudas Navegación	0	3270	3539	3539	3539
Costos Ambientales	0	0	120	120	120
Total	5566	15908	18503	19184	20115
Costos de Transporte					
1997	274082	263453	256822	256822	255898
1998	285676	274353	267449	267449	266461
1999	297271	285253	278076	278076	277025
2000	308865	296152	288703	288703	287589
2001	318269	304919	297044	297044	295858
2002	327673	313686	305385	305385	304126
2003	337077	322453	313727	313727	312395
2004	346481	331220	322068	322068	320664
2005	355885	339987	330409	330409	328933
2006	373800	357012	346756	346756	345195
2007	391714	374036	363102	363102	361457
2008	409628	391061	379448	379448	377719
2009	427543	408085	395795	395795	393982
2010	445457	425109	412141	412141	410244
2011	466888	445544	431515	431515	429491
2012	488319	465978	450890	450890	448739
2013	509751	486412	470264	470264	467986
2014	531182	506847	489638	489638	487233
2015	552613	527281	509012	509012	506480
2016	574044	547715	528386	528386	525728
2017	595476	568149	547760	547760	544975
2018	616907	588584	567134	567134	564222
2019	638338	609018	586509	586509	583469
2020	659769	629452	605883	605883	602717
Ahorros Totales (comparados con alternativa 1)					
1997		10629	17260	17260	18184
1998		11323	18227	18227	19215
1999		12018	19195	19195	20245
2000		12712	20162	20162	21276
2001		13350	21225	21225	22411
2002		13987	22288	22288	23547
2003		14624	23351	23351	24682
2004		15261	24413	24413	25817
2005		15898	25476	25476	26953
2006		16788	27044	27044	28605
2007		17678	28612	28612	30257
2008		18568	30180	30180	31909
2009		19458	31748	31748	33561
2010		20348	33316	33316	35213
2011		21345	35373	35373	37397
2012		22341	37430	37430	39581
2013		23338	39487	39487	41765
2014		24335	41544	41544	43949
2015		25332	43601	43601	46133
2016		26329	45658	45658	48317
2017		27326	47715	47715	50501
2018		28323	49772	49772	52685
2019		29320	51829	51829	54869
2020		30317	53886	53886	57053
Ahorros de inversión en obras de dragado (comparados con alternativa 2)					
1997			6631	6631	7555
1998			6904	6904	7891
1999			7177	7177	8227
2000			7450	7450	8564
2001			7875	7875	9062
2002			8301	8301	9560
2003			8727	8727	10058
2004			9152	9152	10556
2005			9578	9578	11055
2006			10256	10256	11817
2007			10934	10934	12579
2008			11612	11612	13341
2009			12290	12290	14103
2010			12968	12968	14865
2011			14028	14028	16052
2012			15088	15088	17239
2013			16149	16149	18427

Tabla 2.22

2014		17209	17209	19614
2015		18269	18269	20801
2016		19329	19329	21988
2017		20389	20389	23175
2018		21449	21449	24362
2019		22509	22509	25549
2020		23570	23570	26736
Ahorros Incrementales (comparados con la alternativa anterior)				
1997	10629	6631	0	924
1998	11323	6904	0	988
1999	12018	7177	0	1051
2000	12712	7450	0	1114
2001	13350	7875	0	1186
2002	13987	8301	0	1259
2003	14624	8727	0	1331
2004	15261	9152	0	1404
2005	15898	9578	0	1476
2006	16788	10256	0	1561
2007	17678	10934	0	1645
2008	18568	11612	0	1729
2009	19458	12290	0	1813
2010	20348	12968	0	1897
2011	21345	14028	0	2024
2012	22341	15088	0	2151
2013	23338	16149	0	2278
2014	24335	17209	0	2405
2015	25332	18269	0	2532
2016	26329	19329	0	2659
2017	27326	20389	0	2786
2018	28323	21449	0	2912
2019	29320	22509	0	3039
2020	30317	23570	0	3166
Beneficios Generales Totales comparados con alternativa 1				
1997	0	0	0	0
1998	0	0	0	0
1999	0	0	0	0
2000	0	0	0	0
2001	0	0	0	0
2002	0	0	0	0
2003	0	0	0	0
2004	0	0	0	0
2005	0	0	0	0
2006	0	0	0	0
2007	0	0	0	0
2008	0	0	0	0
2009	0	0	0	0
2010	0	0	0	0
2011	0	0	0	0
2012	0	0	0	0
2013	0	0	0	0
2014	0	0	0	0
2015	0	0	0	0
2016	0	0	0	0
2017	0	0	0	0
2018	0	0	0	0
2019	0	0	0	0
2020	0	0	0	0
Beneficios Generados Incrementales comparados con alternativa anterior				
1997	0	0	0	0
1998	0	0	0	0
1999	0	0	0	0
2000	0	0	0	0
2001	0	0	0	0
2002	0	0	0	0
2003	0	0	0	0
2004	0	0	0	0
2005	0	0	0	0
2006	0	0	0	0
2007	0	0	0	0
2008	0	0	0	0
2009	0	0	0	0
2010	0	0	0	0
2011	0	0	0	0
2012	0	0	0	0
2013	0	0	0	0
2014	0	0	0	0
2015	0	0	0	0

Tabla 2.22

2016	0	0	0	0
2017	0	0	0	0
2018	0	0	0	0
2019	0	0	0	0
2020	0	0	0	0
Beneficios Netos Totales comparados con alternativa 1 (us\$ miles)				
1996	-48642	-61001	-63362	-70916
1997	287	4322	3642	3635
1998	981	5290	4609	4666
1999	1676	6257	5577	5697
2000	2370	7225	6544	6727
2001	3007	8287	7607	7862
2002	3644	9350	8670	8998
2003	4281	10413	9733	10133
2004	4919	11476	10796	11268
2005	5556	12539	11858	12404
2006	6446	14107	13426	14056
2007	7335	15675	14994	15708
2008	8225	17242	16562	17360
2009	9115	18810	18130	19012
2010	10005	20378	19698	20664
2011	11002	22435	21755	22848
2012	11999	24492	23812	25032
2013	12996	26549	25869	27216
2014	13993	28607	27926	29400
2015	14990	30664	29983	31584
2016	15987	32721	32040	33768
2017	16984	34778	34097	35952
2018	17981	36835	36154	38136
2019	18978	38892	38212	40320
2020	19974	40949	40269	42504
Beneficios Netos de obras de dragado comparados con alternativa 2 (us\$ miles)				
1996	-12359	-14720	-22274	
1997	4036	3355	3349	
1998	4309	3628	3685	
1999	4582	3901	4021	
2000	4855	4174	4357	
2001	5280	4600	4855	
2002	5706	5026	5354	
2003	6132	5451	5852	
2004	6557	5877	6350	
2005	6983	6303	6848	
2006	7661	6981	7610	
2007	8339	7659	8372	
2008	9017	8337	9135	
2009	9695	9015	9897	
2010	10373	9693	10659	
2011	11433	10753	11846	
2012	12493	11813	13033	
2013	13554	12873	14220	
2014	14614	13933	15407	
2015	15674	14993	16594	
2016	16734	16054	17781	
2017	17794	17114	18968	
2018	18854	18174	20155	
2019	19914	19234	21342	
2020	20975	20294	22529	
Beneficios netos incrementales Totales (us\$ miles)				
1996	-48642	-12359	-2362	-7554
1997	287	4036	-680	-7
1998	981	4309	-680	57
1999	1676	4582	-680	120
2000	2370	4855	-680	183
2001	3007	5280	-680	255
2002	3644	5706	-680	328
2003	4281	6132	-680	400
2004	4919	6557	-680	473
2005	5556	6983	-680	545
2006	6446	7661	-680	630
2007	7335	8339	-680	714
2008	8225	9017	-680	798
2009	9115	9695	-680	882
2010	10005	10373	-680	966
2011	11002	11433	-680	1093
2012	11999	12493	-680	1220
2013	12996	13554	-680	1347
2014	13993	14614	-680	1474

Tabla 2.22

2015		14990	15674	-680	1601
2016		15987	16734	-680	1728
2017		16984	17794	-680	1855
2018		17981	18854	-680	1981
2019		18978	19914	-680	2108
2020		19974	20975	-680	2235
Costo por par de puertos					
Par 1	16,75	12,96	12,96	12,96	12,96
Par 2	16,82	13,01	13,01	13,01	13,01
Par 3	7,35	4,83	4,83	4,83	4,83
Par 4	11,26	7,26	7,26	7,26	7,26
Par 5	12,10	9,60	9,60	9,60	9,60
Par 6	5,22	3,51	3,51	3,51	3,51
Par 7	11,02	8,64	8,64	8,64	8,64
Par 8	7,38	6,12	6,12	6,12	6,12
Par 9	8,32	7,09	7,09	7,09	7,09
Par 10	3,81	2,76	2,76	2,76	2,76
Par 11	54,41	47,94	22,34	22,34	21,48
Par 12	7,57	6,47	6,47	6,47	6,47
Par 13	16,91	16,91	8,62	8,62	7,91
Par 14	1,57	1,45	1,45	1,45	1,45
Par 15	14,23	11,35	11,35	11,35	11,35
Par 16	9,57	8,21	8,21	8,21	8,21
Par 17	12,25	7,87	7,87	7,87	7,87
Par 18	11,19	7,21	7,21	7,21	7,21
Par 19	6,06	5,35	5,35	5,35	5,35
Par 20	4,46	3,96	3,96	3,96	3,96

Tabla 2.23

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	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	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
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 Hidrovía (miles de toneladas)					
1997	6.311	7.465	9.006	9.006	9.018
2000	7.579	8.867	10.825	10.825	10.841
2005	- 9.131	12.358	15.110	15.110	15.132
2010	11.067	15.167	18.801	18.801	18.829
2020	14.235	20.867	26.737	26.737	26.779
Ahorros costos de transporte comparados con el Caso Base (us\$ miles)					
1997		10.871	19.369	19.369	20.581
2000		13.095	23.217	23.217	24.768
2005		16.383	30.449	30.449	32.631
2010		20.603	40.228	40.228	43.092
2020		26.393	60.617	60.617	65.198
Ahorros costos de transporte comparados con la alternativa F2E1 (us\$ miles)					
1997			8.498	8.498	9.709
2000			10.122	10.122	11.673
2005			14.065	14.065	16.247
2010			19.625	19.625	22.489
2020			34.224	34.224	38.805
Beneficios adicionales (u\$s miles)					
1997		3053	3053	3053	3053
2000		3535	3535	3535	3535
2005		7681	7681	7681	7681
2010		9804	9804	9804	9804
2020		15969	15969	15969	15969
Resultados de la inversión total (comparado con el Caso Base)					
Tasa Interna de Retorno		19%	27%	25%	24%
Valor Actual Neto @ 12%		37.288	105.511	98.674	99.791
Resultados de la inversión Cáceres-Corumbá (comparado con la alternativa F2E1)					
Tasa Interna de Retorno			57%	45%	35%
Valor Actual Neto @ 12%			68.223	61.385	62.502
Flujos por producto - 1997 (mil ton)					
Soja en grano	1.187	1.279	2.040	2.040	2.044
Farelo de soja	1.029	1.083	1.808	1.808	1.815
Total	6.311	7.465	9.006	9.006	9.018
Calado ponderado					
Soja (Corumbá-Nueva Palmira)	3,17	3,32	3,32	3,32	3,32

Tabla 2.23

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	12,96	12,96
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
Inversión Inicial en precios económicos (us\$ miles)					
Dragado	25183	67716	79754	82115	89669
Ayudas Navegación	0	6109	6238	6238	6238
Costos Ambientales	0	0	191	191	191
Total	25183	73825	86183	88545	96099
Costos Anuales en precios económicos (us\$ miles)					
Dragado	5566	12639	14844	15525	16456
Ayudas Navegación	0	3270	3539	3539	3539
Costos Ambientales	0	0	120	120	120
Total	5566	15908	18503	19184	20115
Costos de Transporte					
1997	325317	313279	304781	304781	303570
1998	343161	330321	321281	321281	319957
1999	361005	347362	337781	337781	336343
2000	378849	364403	354281	354281	352730
2001	393472	378294	367383	367383	365706
2002	408095	392185	380485	380485	378682
2003	422718	406076	393588	393588	391658
2004	437341	419967	406690	406690	404634
2005	451965	433857	419792	419792	417610
2006	475135	456088	440911	440911	438593
2007	498305	478319	462030	462030	459575
2008	521475	500550	483149	483149	480558
2009	544645	522781	504268	504268	501541
2010	567815	545012	525387	525387	522524
2011	590201	566680	545595	545595	542560
2012	612586	588348	565803	565803	562596
2013	634971	610016	586011	586011	582632
2014	657356	631684	606220	606220	602669
2015	679742	653352	626428	626428	622705
2016	702127	675020	646636	646636	642741
2017	724512	696688	666844	666844	662778
2018	746898	718356	687052	687052	682814
2019	769283	740024	707260	707260	702850
2020	791668	761692	727468	727468	722886
Ahorros Totales (comparados con alternativa 1)					
1997		12038	20536	20536	21747
1998		12841	21880	21880	23204
1999		13643	23224	23224	24662
2000		14445	24567	24567	26119
2001		15178	26088	26088	27766
2002		15910	27610	27610	29413
2003		16642	29131	29131	31060
2004		17375	30652	30652	32707
2005		18107	32173	32173	34355
2006		19046	34224	34224	36542
2007		19986	36275	36275	38729
2008		20925	38326	38326	40917
2009		21864	40377	40377	43104
2010		22803	42428	42428	45292
2011		23520	44605	44605	47641
2012		24238	46783	46783	49990
2013		24955	48960	48960	52339
2014		25672	51137	51137	54688
2015		26390	53314	53314	57037
2016		27107	55491	55491	59386
2017		27824	57669	57669	61735
2018		28542	59846	59846	64084
2019		29259	62023	62023	66433
2020		29976	64200	64200	68782
Ahorros de inversión en obras de dragado (comparados con alternativa 2)					
1997			8498	8498	9709
1998			9039	9039	10364
1999			9581	9581	11019
2000			10122	10122	11673
2001			10911	10911	12588

Tabla 2.23

2002		11699	11699	13503
2003		12488	12488	14418
2004		13277	13277	15333
2005		14065	14065	16247
2006		15177	15177	17496
2007		16289	16289	18744
2008		17401	17401	19992
2009		18513	18513	21240
2010		19625	19625	22489
2011		21085	21085	24120
2012		22545	22545	25752
2013		24005	24005	27384
2014		25465	25465	29015
2015		26924	26924	30647
2016		28384	28384	32279
2017		29844	29844	33910
2018		31304	31304	35542
2019		32764	32764	37174
2020		34224	34224	38805
Ahorros Incrementales (comparados con la alternativa anterior)				
1997	12038	8498	0	1211
1998	12841	9039	0	1325
1999	13643	9581	0	1438
2000	14445	10122	0	1551
2001	15178	10911	0	1677
2002	15910	11699	0	1804
2003	16642	12488	0	1930
2004	17375	13277	0	2056
2005	18107	14065	0	2182
2006	19046	15177	0	2318
2007	19986	16289	0	2455
2008	20925	17401	0	2591
2009	21864	18513	0	2727
2010	22803	19625	0	2864
2011	23520	21085	0	3035
2012	24238	22545	0	3207
2013	24955	24005	0	3379
2014	25672	25465	0	3551
2015	26390	26924	0	3723
2016	27107	28384	0	3894
2017	27824	29844	0	4066
2018	28542	31304	0	4238
2019	29259	32764	0	4410
2020	29976	34224	0	4582
Beneficios Generales Totales comparados con alternativa 1				
1997	1887	1887	1887	1887
1998	1986	1986	1986	1986
1999	2085	2085	2085	2085
2000	2184	2184	2184	2184
2001	2939	2939	2939	2939
2002	3694	3694	3694	3694
2003	4448	4448	4448	4448
2004	5203	5203	5203	5203
2005	5958	5958	5958	5958
2006	6287	6287	6287	6287
2007	6616	6616	6616	6616
2008	6945	6945	6945	6945
2009	7274	7274	7274	7274
2010	7604	7604	7604	7604
2011	8082	8082	8082	8082
2012	8560	8560	8560	8560
2013	9038	9038	9038	9038
2014	9516	9516	9516	9516
2015	9995	9995	9995	9995
2016	10473	10473	10473	10473
2017	10951	10951	10951	10951
2018	11429	11429	11429	11429
2019	11907	11907	11907	11907
2020	12386	12386	12386	12386
Beneficios Generados Incrementales comparados con alternativa anterior				
1997	1887	0	0	0

Tabla 2.23

1998	1986	0	0	0
1999	2085	0	0	0
2000	2184	0	0	0
2001	2939	0	0	0
2002	3694	0	0	0
2003	4448	0	0	0
2004	5203	0	0	0
2005	5958	0	0	0
2006	6287	0	0	0
2007	6616	0	0	0
2008	6945	0	0	0
2009	7274	0	0	0
2010	7604	0	0	0
2011	8082	0	0	0
2012	8560	0	0	0
2013	9038	0	0	0
2014	9516	0	0	0
2015	9995	0	0	0
2016	10473	0	0	0
2017	10951	0	0	0
2018	11429	0	0	0
2019	11907	0	0	0
2020	12386	0	0	0
Beneficios Netos Totales comparados con alternativa 1 (us\$ miles)				
1996	-48642	-61001	-63362	-70916
1997	3582	9485	8805	9085
1998	4484	10928	10248	10641
1999	5386	12371	11691	12198
2000	6287	13814	13134	13754
2001	7774	16090	15409	16156
2002	9261	18366	17685	18558
2003	10748	20641	19961	20960
2004	12235	22917	22237	23361
2005	13722	25193	24512	25763
2006	14991	27573	26893	28280
2007	16259	29953	29273	30797
2008	17528	32334	31653	33313
2009	18796	34714	34034	35830
2010	20064	37094	36414	38347
2011	21260	39750	39069	41174
2012	22455	42405	41725	44001
2013	23651	45060	44380	46828
2014	24846	47716	47036	49655
2015	26042	50371	49691	52483
2016	27237	53027	52346	55310
2017	28433	55682	55002	58137
2018	29629	58338	57657	60964
2019	30824	60993	60313	63791
2020	32020	63648	62968	66619
Beneficios Netos de obras de dragado comparados con alternativa 2 (us\$ miles)				
1996	-12359	-14720	-22274	
1997	5903	5222	5503	
1998	6444	5764	6157	
1999	6986	6305	6812	
2000	7527	6847	7467	
2001	8316	7635	8382	
2002	9104	8424	9297	
2003	9893	9213	10211	
2004	10682	10001	11126	
2005	11470	10790	12041	
2006	12582	11902	13289	
2007	13694	13014	14537	
2008	14806	14126	15786	
2009	15918	15238	17034	
2010	17030	16349	18282	
2011	18490	17809	19914	
2012	19950	19269	21546	
2013	21410	20729	23177	
2014	22869	22189	24809	
2015	24329	23649	26441	
2016	25789	25109	28072	
2017	27249	26569	29704	

Tabla 2.23

2018			28709	28029	31336
2019			30169	29489	32967
2020			31629	30948	34599
Beneficios netos incrementales Totales (us\$ miles)					
1996	-48642	-12359	-2362	-7554	
1997	3582	5903	-680	280	
1998	4484	6444	-680	394	
1999	5386	6986	-680	507	
2000	6287	7527	-680	620	
2001	7774	8316	-680	746	
2002	9261	9104	-680	873	
2003	10748	9893	-680	999	
2004	12235	10682	-680	1125	
2005	13722	11470	-680	1251	
2006	14991	12582	-680	1387	
2007	16259	13694	-680	1524	
2008	17528	14806	-680	1660	
2009	18796	15918	-680	1796	
2010	20064	17030	-680	1933	
2011	21260	18490	-680	2105	
2012	22455	19950	-680	2276	
2013	23651	21410	-680	2448	
2014	24846	22869	-680	2620	
2015	26042	24329	-680	2792	
2016	27237	25789	-680	2963	
2017	28433	27249	-680	3135	
2018	29629	28709	-680	3307	
2019	30824	30169	-680	3479	
2020	32020	31629	-680	3651	
Costo por par de puertos					
Par 1	16,75	12,96	12,96	12,96	12,96
Par 2	16,82	13,01	13,01	13,01	13,01
Par 3	7,35	4,83	4,83	4,83	4,83
Par 4	11,26	7,26	7,26	7,26	7,26
Par 5	12,10	9,60	9,60	9,60	9,60
Par 6	5,22	3,51	3,51	3,51	3,51
Par 7	11,02	8,64	8,64	8,64	8,64
Par 8	7,38	6,12	6,12	6,12	6,12
Par 9	8,32	7,09	7,09	7,09	7,09
Par 10	3,81	2,76	2,76	2,76	2,76
Par 11	54,41	47,94	22,34	22,34	21,48
Par 12	7,57	6,47	6,47	6,47	6,47
Par 13	16,91	16,91	8,62	8,62	7,91
Par 14	1,57	1,45	1,45	1,45	1,45
Par 15	14,23	11,35	11,35	11,35	11,35
Par 16	9,57	8,21	8,21	8,21	8,21
Par 17	12,26	7,87	7,87	7,87	7,87
Par 18	11,19	7,21	7,21	7,21	7,21
Par 19	6,06	5,35	5,35	5,35	5,35
Par 20	4,46	3,96	3,96	3,96	3,96

Tabla 2.24
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

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 2.25 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.

Tabla 2.25
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

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 mediante 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 se debe al corto período de operación de la Hidrovía y no a la economicidad de las operaciones durante ese período. Como consecuencia, la variante Morrinhos no cambiaría la conclusión sobre la factibilidad, sino que podría ofrecer una alternativa más conveniente en caso de que los países decidan mejorar el tramo.

La conveniencia de la variante Morrinho se justificaría si los beneficios debidos a los ahorros en el costo de transporte con Morrinho compensaren el costo adicional de inversión y mantenimiento de la Hidrovía. La Tabla 2.26 presenta un resumen de la inversión inicial, costos anuales de mantenimiento y los costos de transporte comparativos para el tramo para las variantes Cáceres y Morrinho.

Los ahorros en los costos de obras de dragado de la variante Morrinho son compensados por los 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, la variante Morrinho no resulta mejor que Cáceres, si los costos de la carretera se apropian exclusivamente al transporte de soja.

Tabla 2.26

**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
Puerto		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 Longitud de la nueva carretera es 60 km.
- 5 Distancia fluvial Cáceres-Morrinho es 138 km.
- 6 Costos ambientales de la nueva carretera no incluidos.

2.7 ANALISIS FINANCIERO

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 2.27 se presenta el cálculo del cobro de equilibrio a los usuarios. Se realiza el mismo al calcular el cobro por tonelada transportada necesario para recuperar toda la inversión inicial en el tramo Cáceres-Corumbá y los costos de mantenimiento anual. Se supone una tasa de retorno de 10% que representa el costo de los fondos. El cobro de equilibrio a los usuarios es de aproximadamente u\$s 2 por tonelada.

En la Figura 2.4, 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 caer 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.

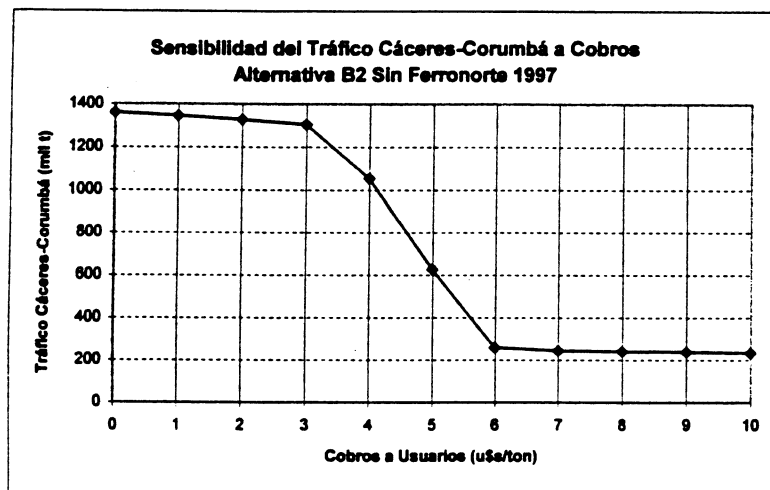
La conclusión del análisis financiero de la inversión en el tramo Cáceres-Corumbá es que sin la terminación de Ferronorte, se puede cobrar el costo completo de la obra a los usuarios sin afectar la demanda.

Tabla 2.27
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\$s mil)	17,76

Resumen de Flujo de Caja				
Año	Flujos (mil ton)	Ingreso (u\$s mil)	Costos (u\$s mil)	Flujo de Caja (u\$s 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 2.4



Cobro a Usuar 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

2.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.8.1 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.
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 período 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 barcas 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 periodo suficientemente largo, se pueden sacar determinadas conclusiones subsidiarias para la Hidrovía:
- a) El método óptimo de operación de barcas para el tramo Cáceres-Corumbá consiste en el uso de barcas 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.

2.8.2 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 barcazas “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 barcazas 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 barcazas 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.

3. AUMENTO DEL TAMAÑO DE LOS CONVOYES (4X5)

En los análisis de optimización de las obras de la parte 14.2 de este informe, 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 variarán 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*. El tráfico en la Hidrovía se compartiría más o menos igualmente entre barcazas galpón y barcazas de tolva abierta. Los costos diarios para un convoy de veinte barcazas serían de US\$ 16.893 y de US\$ 11.936 para barcazas galpón y barcazas de tolva abierta, respectivamente. Los mayores costos para convoyes de barcazas galpón se deben principalmente a la estación más corta de navegación de siete meses, durante la cual se supone que el equipo está a servicio de la demanda estacional de granos en la Hidrovía. Los costos por hora de las barcazas galpón y barcazas de tolva abierta serían de US\$ 700 y US\$ 500, respectivamente. Los costos de demora por el desarmado y armado de un convoy en cada curva serían de US\$ 4.200 y US\$ 3.000, correspondientes a seis horas de tiempo. El tiempo combinado de demora promedio para las barcazas galpón y de tolva abierta sería de US\$ 600 por hora.

Los volúmenes iniciales de tráfico en la Hidrovía indican un total anual de aproximadamente 7.5 millones de toneladas para la alternativa E2E1 en 1997, aumentando a 8.7, 10.3, 12.7 y 17.4 millones de toneladas en el 2000, 2005, 2010 y 2020, respectivamente. Veinte convoyes operarían en la alternativa E2E1 con 35.000 toneladas.

Si *todo* el tonelaje de la Hidrovía se movilizara exclusivamente en veinte convoyes habría casi 215 remolques en 1997 ($7.500.000/35.000 = 214$), aumentando a 250 ($8.700.000/35.000 = 249$), 300 ($10.300.000/35.000 = 294$), 363 ($12.700.000/35.000 = 363$) y 500 ($17.400.000/35.000 = 497$) remolques en los años 2000, 2005, 2010 y 2020, respectivamente. Los ahorros anuales promedio de operación por *no* desarmar los convoyes suponen seis horas *adicionales* para cada curva para un viaje de ida y vuelta. El ahorro en los costos operativos en cada curva para todos los remolques serían los siguientes: (1) US\$ 774.000 para 1997; (2) US\$ 900.000 para el 2000; (3) US\$ 1.080.000 para el 2005; (4) US\$ 1.306.800 para el 2010; y (5) US\$ 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

(*) Costos de Capital Anualizados

A fin de justificar *cualquier* ensanche de cualquiera de las curvas *antes* del 2020, serían necesarios los siguientes supuestos: (1) se aplican estimaciones preliminares conservadoras de costo y (2) todo el tráfico de la Hidrovía que se pronostica se moviliza en convoyes de veinte (20) barcas. Claramente, si se considerara alguna participación en el tráfico de convoyes más pequeños, o costos de ensanche de curva superiores a los valores indicados, o mayores costos de mantenimiento del canal en las curvas como resultado del ensanche, o el desmembramiento de convoyes en ciertas curvas bajo ciertas condiciones de navegación, no se justificaría ningún ensanche.

Los armadores, ante la necesidad de frecuentes desmembramientos de convoyes en numerosos pasos, probablemente elegirían no operar convoyes de 20 barcas por estas curvas si el ensanche no fuera implementado para pasos consecutivos. Por lo tanto, el ensanche de algún paso, por ejemplo Volta Rápida o Figueirinha, no induciría a todos los usuarios a operar convoyes de 20 barcas. El ensanche de curvas restringidas debería ser evaluado desde una perspectiva de sistema relativa a los efectos en el comportamiento óptimo de convoyes de barcas. Los datos sugieren que cualquier esfuerzo para ensanchar las curvas a partir de 2020 para facilitar la operación de convoyes de 20 barcas, requeriría subsidios cruzados para compensar la falta de ahorros en las curvas Carayacito, Volta Rebojo y Formigueiro con posibles ahorros en Volta Rápida y Figueirinha.

La comparación de los costos de ensanche con los ahorros operacionales muestra que el ensanche de curvas para acomodar convoyes de 20 barcas no es factible económicamente dentro del horizonte de planificación del año 2020. Es posible que el mismo sería factible en Volta Rápida 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 barcas 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.

4. 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.

Dependiente 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 el Capítulo 9 Parte 9.2 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 período 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.

En la Tabla 3.1 se presenta el programa de estabilización de los canales a largo plazo, descrito más detalladamente en el ítem 3.5 de la sección 9.2 (proyectos preliminares).

Si se toma por base el costo anual de mantenimiento de la 1a etapa del plan de estabilización, como indicado en el ítem 3.5 de la parte 9.2 (proyectos preliminares), 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 periodos siguientes.

Considerando el costo aproximado de US\$ 6,6 millones del primer quinquenio del plano (ítem 3.5/9.2) 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 el Capítulo 9.2.

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 periodo del orden de 20 años.

5. 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);
(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 barcas 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.

En principio, los costos de accesos portuarios podrían ser atribuidos específicamente a cada puerto o bien al sistema de navegación como un todo. Dado que la factibilidad de la inversión en obras de dragado de los accesos portuarios para ponerlos en condiciones de aprovechar de los mejoramientos a la Hidrovía depende de la economía de cada puerto individual, sería más apropiado tratar la inversión de cada puerto de forma individual y no como parte del costo de la vía total. La información sobre posibles mejoras presentada en esta sección y otros capítulos del informe podrá servir de base para consideraciones futuras de proyectos portuarios.

6. **COMPLEMENTACION DE LA EVALUACION ECONOMICA**
(CACERES-NUEVA PALMIRA)

Para complementar la evaluación económica realizada en la parte 14.2 del informe, considerando las mejoras a la Hidrovía del tramo Corumbá - Nueva Palmira, es necesario agregar los demás beneficios y costos correspondientes a obras no incluidas anteriormente. Los mismos podrían comprender:

- costos de obras de dragado y balizamiento recomendadas para el tramo Cáceres-Corumbá.
- beneficios debidos a los ahorros del costo de transporte de productos derivados a la Hidrovía de las zonas alrededor del mismo tramo.
- costos y beneficios del programa de monitoreo y obras de estabilización de canales.
- costos de monitoreo ambiental.

La complementación podría tener dos objetivos: (1) determinar si los flujos atraídos a la Hidrovía debido a las mejoras en Cáceres-Corumbá producen un cambio en la optimización de las alternativas; ó (2) verificar que el programa en su totalidad sigue factible. Dado que no se recomiendan mejoras al tramo Cáceres-Corumbá, no hay cambios a los beneficios y costos utilizados en la evaluación económica de la parte 14.2, y, como consecuencia, no es necesario modificar el análisis de optimización. Los costos de monitoreo y de estabilización de canales están incluidos en la evaluación del programa de desarrollo de largo plazo de la Hidrovía en el capítulo 19, junto con las conclusiones correspondientes sobre su conveniencia.

Bajo el escenario de no-terminación de Ferronorte hasta Cuiabá en 2005, 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 6.1 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 varía en función de cada incremento de costo. Los ahorros en costos de transporte son mínimos, mientras que se requieren inversiones importantes en las obras de dragado. Puesto que se toma la alternativa F2E1 (Corumbá-Nueva Palmira), y B2 (Cáceres-Corumbá) como el punto de comparación con alternativas de mejoras en el tramo inferior a Corumbá, se presentan los resultados de la inversión incremental en el tramo Corumbá-Santa Fe.

Cabe enfatizar que éste es un análisis teórico basado en la hipótesis de no implementar Ferronorte hasta Cuiabá, así que los resultados globales positivos 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 6.1

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 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	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		72.497	7.240	11.881	9.070
Mantenimiento Anual		15.361	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

Tabla 6.1

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 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)	29.944	94.832	102.072	113.953	123.023
Obras de Dragado	-	7.418	7.418	7.418	7.418
Ayudas a la Navegación	-	191	191	191	191
Costos Ambientales	-	-	-	-	-
Total	29.944	102.441	109.681	121.562	130.632
Costos Anuales en precios de mercado (us\$ miles)	6.618	17.651	18.550	21.824	22.729
Obras de Dragado	-	4.208	4.208	4.208	4.208
Ayudas a la Navegación	-	120	120	120	120
Costos Ambientales	-	-	-	-	-
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		72.497	7.240	11.881	9.070
Mantenimiento Anual		15.361	899	3.274	905
Flujos de carga sobre la Hidrovia (miles de toneladas)					
1997	6.083	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 Cáceres-Corumbá (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

Tabla 6.1

Soja (Cáceres-Corumbá)	2.89	2.89	2.89	2.89	2.89
Costo unit. de mercado de transporte fluvial (us\$/ton)	16,75	12,96	12,96	12,83	12,83
Corumbá-Nueva Palmira (soja)	47,89	22,34	22,34	22,27	22,27
Cáceres-Nueva Palmira (soja)	21,77	21,77	8,62	8,62	8,62
Cáceres-Corumbá (soja)					
Inversión Inicial en precios económicos (us\$ miles)					
Dragado	25183	79754	85842	95834	103462
Ayudas Navegación	0	6238	6238	6238	6238
Costos Ambientales	0	191	191	191	191
Total	25183	86183	92272	102264	109892
Costos Anuales en precios económicos (us\$ miles)					
Dragado	5566	14844	15600	18354	19115
Ayudas Navegación	0	3539	3539	3539	3539
Costos Ambientales	0	120	120	120	120
Total	5566	18503	19259	22013	22774
Costos de Transporte					
1997	299713	280815	280815	280316	280316
1998	314475	294418	294418	293889	293889
1999	329237	308021	308021	307462	307462
2000	343999	321625	321625	321034	321034
2001	355851	332227	332227	331600	331600
2002	367703	342828	342828	342166	342166
2003	379554	353430	353430	352731	352731
2004	391406	364032	364032	363297	363297
2005	403258	374634	374634	373863	373863
2006	424142	393648	393648	392830	392830
2007	445026	412661	412661	411797	411797
2008	465910	431675	431675	430764	430764
2009	486794	450689	450689	449731	449731
2010	507679	469703	469703	468698	468698
2011	529384	489342	489342	488289	488289
2012	551089	508981	508981	507879	507879
2013	572794	528620	528620	527469	527469
2014	594499	548259	548259	547060	547060
2015	616204	567898	567898	566650	566650
2016	637909	587537	587537	586240	586240
2017	659614	607177	607177	605831	605831
2018	681319	626816	626816	625421	625421
2019	703024	646455	646455	645011	645011
2020	724729	666094	666094	664602	664602
Ahorros Totales (comparados con alternativa 1)					
1997		18898	18898	19396	19396
1998		20057	20057	20586	20586
1999		21216	21216	21775	21775
2000		22374	22374	22965	22965
2001		23624	23624	24251	24251
2002		24874	24874	25537	25537
2003		26124	26124	26823	26823
2004		27374	27374	28109	28109
2005		28624	28624	29395	29395
2006		30494	30494	31312	31312
2007		32365	32365	33229	33229
2008		34235	34235	35146	35146
2009		36106	36106	37063	37063
2010		37976	37976	38980	38980
2011		40042	40042	41095	41095
2012		42108	42108	43210	43210
2013		44174	44174	45324	45324
2014		46240	46240	47439	47439
2015		48306	48306	49554	49554
2016		50372	50372	51669	51669
2017		52437	52437	53783	53783
2018		54503	54503	55898	55898
2019		56569	56569	58013	58013
2020		58635	58635	60128	60128
Ahorros de inversión en obras de dragado (comparados con alternativa 2)					
1997			0	498	498
1998			0	529	529
1999			0	560	560
2000			0	590	590
2001			0	627	627

Tabla 6.1

2002		0	663	663
2003		0	699	699
2004		0	735	735
2005		0	771	771
2006		0	818	818
2007		0	864	864
2008		0	911	911
2009		0	958	958
2010		0	1004	1004
2011		0	1053	1053
2012		0	1102	1102
2013		0	1151	1151
2014		0	1199	1199
2015		0	1248	1248
2016		0	1297	1297
2017		0	1346	1346
2018		0	1395	1395
2019		0	1444	1444
2020		0	1492	1492
Ahorros Incrementales (comparados con la alternativa anterior)				
1997	18898	0	498	0
1998	20057	0	529	0
1999	21216	0	560	0
2000	22374	0	590	0
2001	23624	0	627	0
2002	24874	0	663	0
2003	26124	0	699	0
2004	27374	0	735	0
2005	28624	0	771	0
2006	30494	0	818	0
2007	32365	0	864	0
2008	34235	0	911	0
2009	36106	0	958	0
2010	37976	0	1004	0
2011	40042	0	1053	0
2012	42108	0	1102	0
2013	44174	0	1151	0
2014	46240	0	1199	0
2015	48306	0	1248	0
2016	50372	0	1297	0
2017	52437	0	1346	0
2018	54503	0	1395	0
2019	56569	0	1444	0
2020	58635	0	1492	0
Beneficios Generales Totales comparados con alternativa 1				
1997	1887	1887	2007	2007
1998	1986	1986	2113	2113
1999	2085	2085	2218	2218
2000	2184	2184	2324	2324
2001	2305	2305	2452	2452
2002	2426	2426	2580	2580
2003	2546	2546	2709	2709
2004	2667	2667	2837	2837
2005	2788	2788	2966	2966
2006	2942	2942	3130	3130
2007	3096	3096	3293	3293
2008	3250	3250	3457	3457
2009	3404	3404	3621	3621
2010	3558	3558	3785	3785
2011	3782	3782	4023	4023
2012	4005	4005	4261	4261
2013	4229	4229	4499	4499
2014	4453	4453	4737	4737
2015	4677	4677	4975	4975
2016	4900	4900	5213	5213
2017	5124	5124	5451	5451
2018	5348	5348	5689	5689
2019	5571	5571	5927	5927
2020	5795	5795	6165	6165
Beneficios Generados Incrementales comparados con alternativa anterior				
1997	1887	0	121	0

Tabla 6.1

1998	1986	0	127	0
1999	2085	0	133	0
2000	2184	0	140	0
2001	2305	0	147	0
2002	2426	0	155	0
2003	2546	0	163	0
2004	2667	0	170	0
2005	2788	0	178	0
2006	2942	0	188	0
2007	3096	0	198	0
2008	3250	0	208	0
2009	3404	0	217	0
2010	3558	0	227	0
2011	3782	0	242	0
2012	4005	0	256	0
2013	4229	0	270	0
2014	4453	0	284	0
2015	4677	0	299	0
2016	4900	0	313	0
2017	5124	0	327	0
2018	5348	0	342	0
2019	5571	0	356	0
2020	5795	0	370	0
Beneficios Netos Totales comparados con alternativa 1 (us\$ miles)				
1996	-61001	-67089	-77081	-84709
1997	7847	7091	4957	4195
1998	9105	8349	6252	5490
1999	10363	9607	7547	6785
2000	11621	10865	8842	8080
2001	12992	12236	10256	9495
2002	14362	13607	11670	10909
2003	15733	14977	13085	12323
2004	17103	16348	14499	13738
2005	18474	17718	15914	15152
2006	20498	19743	17995	17233
2007	22523	21767	20075	19314
2008	24547	23792	22156	21395
2009	26572	25816	24237	23476
2010	28596	27841	26318	25557
2011	30886	30130	28671	27910
2012	33176	32420	31024	30262
2013	35465	34710	33377	32615
2014	37755	36999	35729	34968
2015	40045	39289	38082	37321
2016	42334	41579	40435	39673
2017	44624	43868	42788	42026
2018	46914	46158	45140	44379
2019	49203	48448	47493	46732
2020	51493	50737	49846	49085
Beneficios Netos de obras de dragado comparados con alternativa 2 (us\$ miles)				
1996	-6089	-16081	-23709	
1997	-756	-2891	-3652	
1998	-756	-2854	-3615	
1999	-756	-2817	-3578	
2000	-756	-2780	-3541	
2001	-756	-2736	-3497	
2002	-756	-2692	-3453	
2003	-756	-2648	-3409	
2004	-756	-2604	-3366	
2005	-756	-2560	-3322	
2006	-756	-2504	-3265	
2007	-756	-2447	-3209	
2008	-756	-2391	-3152	
2009	-756	-2335	-3096	
2010	-756	-2278	-3040	
2011	-756	-2215	-2976	
2012	-756	-2152	-2913	
2013	-756	-2089	-2850	
2014	-756	-2026	-2787	
2015	-756	-1963	-2724	
2016	-756	-1899	-2661	
2017	-756	-1836	-2598	

Tabla 6.1

2018			-756	-1773	-2535
2019			-756	-1710	-2472
2020			-756	-1647	-2408
Beneficios netos incrementales Totales (us\$ miles)					
1996	-61001	-6089	-9992	-7628	
1997	7847	-756	-2135	-761	
1998	9105	-756	-2098	-761	
1999	10363	-756	-2061	-761	
2000	11621	-756	-2024	-761	
2001	12992	-756	-1980	-761	
2002	14362	-756	-1936	-761	
2003	15733	-756	-1892	-761	
2004	17103	-756	-1848	-761	
2005	18474	-756	-1805	-761	
2006	20498	-756	-1748	-761	
2007	22523	-756	-1692	-761	
2008	24547	-756	-1635	-761	
2009	26572	-756	-1579	-761	
2010	28596	-756	-1522	-761	
2011	30886	-756	-1459	-761	
2012	33176	-756	-1396	-761	
2013	35465	-756	-1333	-761	
2014	37755	-756	-1270	-761	
2015	40045	-756	-1207	-761	
2016	42334	-756	-1144	-761	
2017	44624	-756	-1081	-761	
2018	46914	-756	-1017	-761	
2019	49203	-756	-954	-761	
2020	51493	-756	-891	-761	
Costo por par de puertos					
Par 1	16,75	12,96	12,96	12,83	12,83
Par 2	16,82	13,01	13,01	12,87	12,87
Par 3	7,35	4,83	4,83	4,67	4,67
Par 4	11,26	7,26	7,26	7,01	7,01
Par 5	12,10	9,60	9,60	9,51	9,51
Par 6	5,22	3,51	3,51	3,40	3,40
Par 7	11,02	8,64	8,64	8,47	8,47
Par 8	7,38	6,12	6,12	6,12	6,12
Par 9	8,32	7,09	7,09	7,09	7,09
Par 10	3,81	2,76	2,76	2,72	2,72
Par 11	54,41	22,34	22,34	22,27	22,27
Par 12	7,57	6,47	6,47	6,47	6,47
Par 13	16,91	8,62	8,62	8,62	8,62
Par 14	1,57	1,45	1,45	1,45	1,45
Par 15	14,23	11,35	11,35	11,24	11,24
Par 16	9,57	8,21	8,21	8,21	8,21
Par 17	12,25	7,87	7,87	7,59	7,59
Par 18	11,19	7,21	7,21	6,96	6,96
Par 19	6,06	5,35	5,35	5,35	5,35
Par 20	4,46	3,96	3,96	3,96	3,96