

3. Componentes de la navegación y del transporte fluvial

En la actividad de la navegación y del transporte fluvial intervienen de manera principal los siguientes componentes:

- ⌘ La infraestructura
 - La hidrovía
 - El sistema portuario
- ⌘ Los equipos de transporte
- ⌘ Los productos
- ⌘ La administración y operación

Infraestructura

La infraestructura para la navegación está integrada por dos componentes básicos: la hidrovía, que permite la navegación de las embarcaciones, y el sistema portuario, como sitios de atraque, de permanencia de las embarcaciones y de transferencia de los productos de un modo de transporte a otro.

La hidrovía. El principal elemento de la hidrovía es el agua, que permite el calado y las condiciones propias para que las embarcaciones puedan navegar con seguridad. De manera general, se les denomina hidrovías a los ríos y demás vías fluviales que permiten la navegación.

Red fluvial navegable. Para iniciar el conocimiento de las hidrovías y con el fin de comprender su importancia para el desarrollo del país, se presenta una relación de las principales. La red fluvial navegable en Colombia está conformada por alrededor de 18.000

km de ríos³, clasificados como de navegación mayor permanente, de navegación mayor transitoria y de navegación menor, de acuerdo con las características de los canales navegables; esta red de hidrovías corre del centro del país hacia los cuatro puntos cardinales y la conforman las vertientes hidrográficas del Magdalena, del Orinoco, del Atrato y del Amazonas.

Longitud existente, distribución y comparación con otros modos de transporte. La longitud de las hidrovías navegables está referenciada como aquella que permite navegación comercial.

Cuadro núm. 1. Longitud fluvial navegable por tipo de navegación

CUENCA FLUVIAL	NAVEGACIÓN MAYOR (km)		NAVEGACION MENOR (km)
	PERMANENTE	TRANSITORIA	
MAGDALENA	1.188	277	2.770
ATRATO	1.075	242	3.077
ORINOCO	2.555	1.560	6.736
AMAZONAS	2.245	2.131	5.642
TOTAL	7.063	4.210	18.225

Fuente: Manual de ríos navegables. Mintransporte.

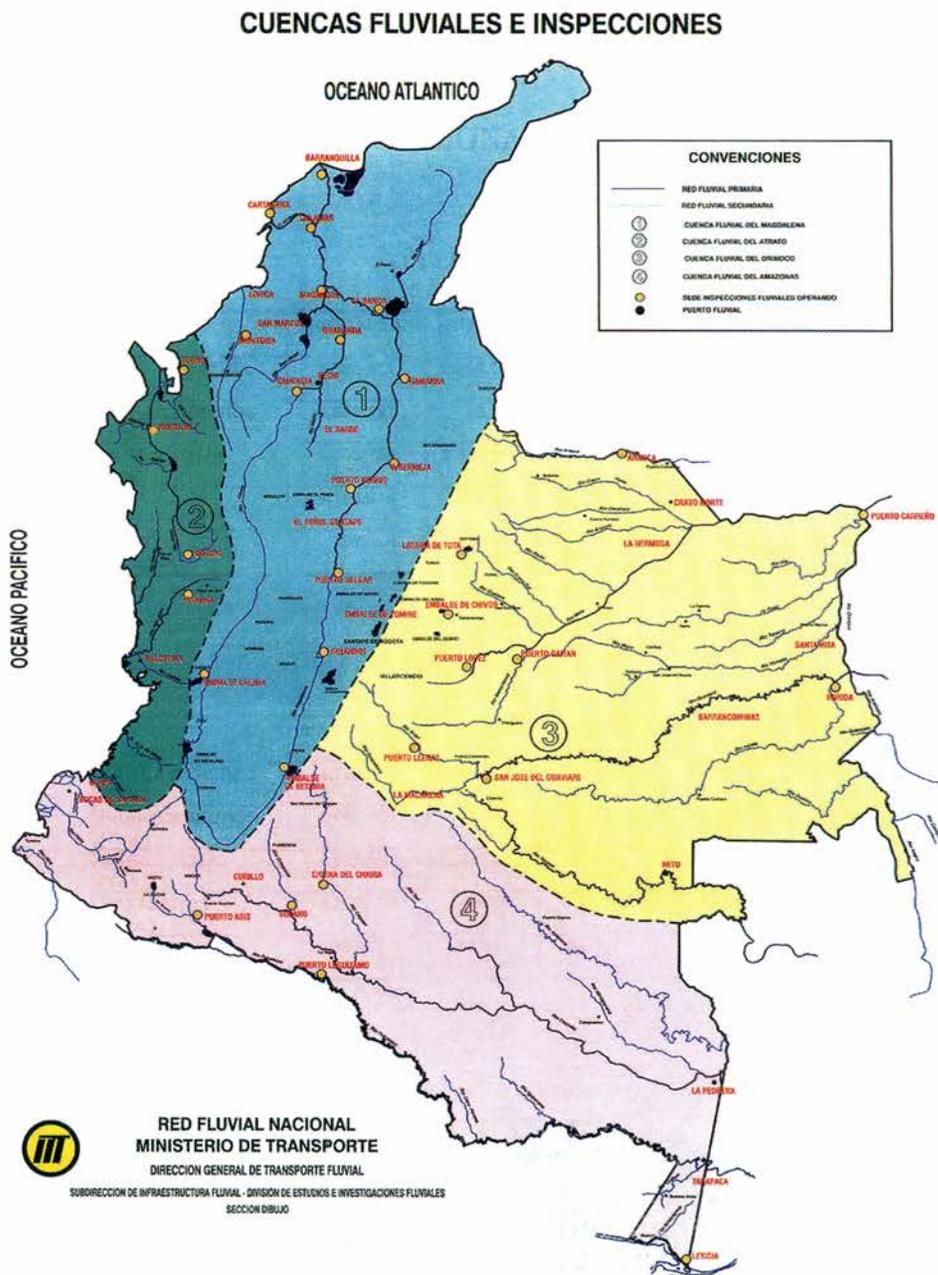
Navegación permanente es la que se puede realizar durante todo el año; la transitoria, en tiempo de aguas lluvias, y la navegación menor está referida a embarcaciones con capacidad inferior a 25 toneladas de capacidad.

Cuadro núm. 2. Participación de la red fluvial navegable por cuencas

RÍOS PRINCIPALES	LONGITUD NAVEGABLE Km		
	MAYOR		MENOR
	PERMANENTE	TRANSITORIA	PERMANENTE
CUENCA DEL MAGDALENA			
Magdalena	631	256	1.092
Canal del Dique	114	0	114
Cauca	184	0	634
Nechí	69	21	135
Cesar	0	0	225
Sinú	110	0	193
San Jorge	0	0	187
OTROS	0	0	190
TOTAL CUENCA MAGDALENA	1.108	277	2.770

³ Anuario Estadístico del Modo Fluvial. Mintransporte. 2001.

Mapa núm. 1 Red fluvial navegable



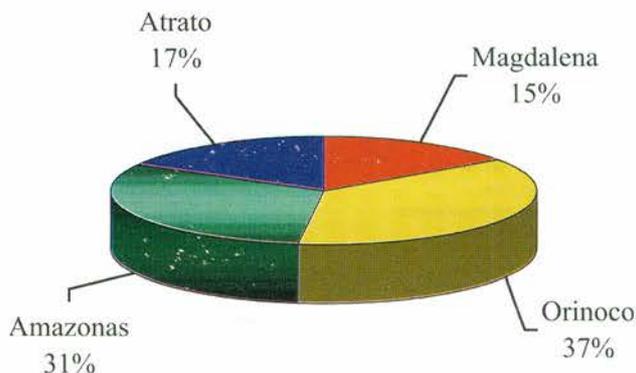
Fuente: Anuario Estadístico del Modo Fluvial, Mintransporte. 2001.

Continuación Cuadro núm. 2.

RÍOS PRINCIPALES	LONGITUD NAVEGABLE Km		
	MAYOR		MENOR
	PERMANENTE	TRANSITORIA	PERMANENTE
% Magdalena / TOTAL NACIONAL	16,2	6,6	15,2
CUENCA DEL ATRATO			
Atrato	508	0	560
San Juan	63	160	350
Baudó	80	0	150
Otros	424	30	2.017
CUENCA DEL ORINOCO			
Orinoco	127	0	127
Meta	800	51	866
Arauca	0	296	296
Guaviare	774	173	947
Inírida	30	101	448
Vichada	149		580
Vaupés	600	60	660
Unilla	75	25	100
Otros		854	2.712
CUENCA DEL AMAZONAS			
Amazonas	116	0	116
Putumayo	1.272	316	1.600
Caquetá	857	343	1.200
Patía	0	250	350
Otros	1.222	250	2.376
TOTAL NACIONAL	7.063	4.210	18.225

Fuente: Anuario Estadístico 1998-1999. Subdirección de Tráfico Fluvial. Ministerio de Transporte.

Gráfico núm. 1. Participación de la red fluvial navegable por cuencas



Fuente: Elaboración propia a partir del cuadro núm. 2

A pesar de que la cuenca del Magdalena es la que aporta menor longitud, con el 15%, es la de mayor movimiento e importancia en cuanto al volumen de carga transportada, por estar en la región de mayor desarrollo del territorio colombiano.

Además, existe un buen número de cuerpos de agua navegables, representados en lagunas, represas y embalses.

Cuadro núm. 3. Cuerpos de agua navegables

CUERPO DE AGUA	TIPO	UBICACIÓN
EL PEÑOL GUATAPÉ	REPRESA	Departamento de Antioquia
PRADO	REPRESA	Departamento de Tolima
BETANIA	REPRESA	Departamento de Huila
CALIMA	REPRESA	Departamento de Valle
SALVAJINA	REPRESA	Departamento de Cauca
GUAVIO	REPRESA	Departamento de Cundinamarca
CHIVOR	REPRESA	Departamento de Boyacá
IRRÁ	REPRESA	Departamento de Córdoba
TOTA	LAGUNA	Departamento de Boyacá
COCHA	LAGUNA	Departamento de Nariño
FÚQUENE	LAGUNA	Departamento de Cundinamarca
TOMINÉ	EMBALSE	Departamento de Cundinamarca
MUÑA	EMBALSE	Departamento de Cundinamarca
SISGA	EMBALSE	Departamento de Cundinamarca

Fuente: Anuario Estadístico de Transporte Fluvial. Mintransporte.

La mayor importancia de estos cuerpos de agua dulce, en cuanto a navegación y transporte fluvial, tiene que ver con actividades de turismo, recreación y deporte.

Red de carreteras. Con el fin de destacar la importancia de la infraestructura fluvial, se confronta con los datos de carreteras y

Cuadro núm. 4. Red de carreteras

Red	Entidad a cargo	Longitud (km)	Participación %
Primarias nacionales	Instituto Nacional de Vías INVIAS	16.528	10
Departamentales	Departamentos	72.000	44
Terciarias	Instituto Nacional de Vías INVIAS	27.500	17
Municipales	Municipios	35.000	22
Privadas	Otros	12.000	7
TOTAL		163.028	100

Fuente: La infraestructura en Colombia. Mintransporte. Documento de discusión. 2004

vías férreas. La información sobre la longitud de carreteras varía de acuerdo con la fuente, acá se presentan datos aproximados.

Red férrea

Cuadro núm. 5. Composición de la red férrea

Estado	Longitud (km)	Participación %
Líneas férreas concesionadas	1.191	63
Líneas férreas inactivas	1.185	37
TOTAL	3.176	100

Fuente: La infraestructura en Colombia. Mintransporte. Documento de discusión. 2004

Cuadro núm. 6. Participación infraestructura vial por modos

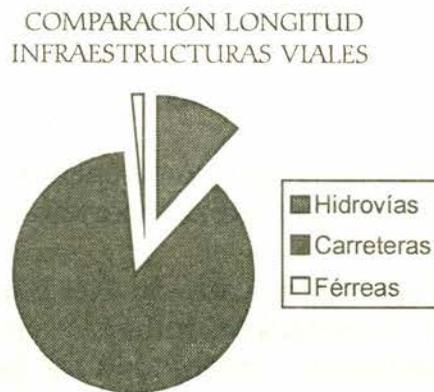
COMPARACIÓN INFRAESTRUCTURA VIAL		
Tipo de infraestructura	Longitud km	Participación %
Hidro vías	18.225	9,88
Carreteras	163.028	88,40
Férreas	3.176	1,72
Total	184.429	100,00

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos anteriores.

Como se puede apreciar, a pesar del abandono que han tenido durante muchas décadas, las hidrovías representan cerca del 10% de la infraestructura vial del país. Es de destacar que se encuentran especialmente en regiones en etapa de desarrollo, en donde es muy difícil la construcción de carreteras, por sus características geológicas y topográficas; lugares en donde seguirán siendo, durante muchos años más, el único medio de acceso, de comercialización y de transporte y, por ende, representando una enorme ayuda para la comunicación y el comercio de quienes habitan tales regiones. Esta situación se puede apreciar en el siguiente gráfico.

Características de las hidrovías. Las hidrovías se diferencian de las demás infraestructuras de transporte por tener unas

Gráfico núm. 2. Participación infraestructura vial por modos



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anteriores

características y funciones muy específicas. Las principales funciones del río son:

- Drenar y transportar el agua de las montañas al mar.
- Conformar el paisaje, al transportar los sedimentos.

Hidráulicamente, las cuencas se clasifican en:

- Alta. Erosión y producción de sedimentos - Grandes pendientes.
- Media. Transporte de sedimentos. Las profundidades dependen de manera crítica de los caudales.
- Baja. Valle. Más amplio - Sedimentación - erosión de las orillas - pendiente mínima - pantanos y ciénagas, que regulan los caudales.

Desde el punto de vista del tiempo, los ríos se pueden clasificar en:

- Jóvenes. Buscan su pendiente de equilibrio.
- Maduros. Equilibrio dinámico.
- Viejos. Gran sedimentación, muy poco varía su cauce.

Desde el punto de vista de la forma de los cruces, se clasifican en:

- Rectos, con poca estabilidad.
- Meándricos, son los más estables.
- Trenzados, multiplicidad de brazos e islas.

Condiciones ambientales e hidrológicas:

- La deforestación de las márgenes y de la cuenca constituye la causa principal para que el río presente comportamientos anormales.
- Los bosques en general captan entre un 20% y un 30% de la lluvia, dependiendo de la densidad del follaje, y ejercen así el efecto regulador de la naturaleza, entregando las aguas lluvias a los depósitos subterráneos.
- Con la pérdida de la vegetación se aumenta la escorrentía y la precipitación efectiva, disminuyendo el caudal en el verano y agravando las inundaciones en época de invierno, dado que el nivel del agua se torna sensible a las lluvias de la cabecera.

Principales obras de mantenimiento, adecuación y mejoramiento de la hidrovía. Desde el punto de vista de la infraestructura vial, las hidrovías no necesitan su construcción, han sido regalos de la naturaleza, que solo requieren tareas de adecuación, mejoramiento y, especialmente, de mantenimiento. La tarea más importante de mantenimiento de la hidrovía se refiere a la no deforestación, es decir, a la conservación de los bosques. Las principales obras de mejoramiento se pueden clasificar en:

a. Según la forma:

Se pueden realizar en planta y perfil, para modificar los niveles del río. En planta: restricción del ancho del río, por medio de construcción de diques longitudinales, buscando concentrar los caudales y aumentar las profundidades. En perfil: construcción de presas y esclusas, para el mantenimiento de profundidades mínimas.

b. Desde el punto de vista del tiempo:

Permanentes: esclusas y diques.

Periódicas: obras menores que se hacen periódicamente (dragados, solución parcial).

En general, para ríos trezados en proceso de sedimentación se debe tener en cuenta los siguientes criterios para manejar las condiciones de navegación:

- a. Lograr un canal único de aguas bajas, mediante el cierre de brazos y la construcción de diques longitudinales en ambas orillas.
- b. Contraer la sección transversal, mediante espolones.
- c. Estabilizar las curvas, para impedir la migración aguas debajo de los meandros que se vayan formando.
- d. Promover la sedimentación por fuera del canal navegable.

3.1.1.4.1 Dragado, cierre de brazos, obras de protección y encauzamiento. El dragado es una ayuda de carácter temporal que permite acondicionar el canal navegable para el paso de las embarcaciones, mediante la remoción de obstáculos, especialmente conformados por bancos de arena, lodo y otros materiales, productos de la sedimentación. Para que el dragado tenga éxito es necesario hacerlo de manera periódica, lo cual está sujeto a la capacidad de inversión y a un análisis de rentabilidad, en función de los beneficios observados.

Tipos de dragas. Existen varios tipos de dragas, que se utilizan de acuerdo con las condiciones y materiales por dragar, entre ellas se destacan:

- ◆ Draga de cangilones
- ◆ Draga de almeja
- ◆ Draga de cuchara
- ◆ Draga de succión
- ◆ Draga de cántaro con tubo de succión

Con respecto a las obras de protección y encauzamiento, la ingeniería hidráulica estudia y presenta una gran variedad de soluciones, como la construcción de espolones, de diques direccionales, que permiten, además, direccionar el caudal por un solo brazo, logrando mayor profundidad y, por lo tanto, mejores condiciones para la navegación, etc.; sin embargo, a pesar de su efectividad, lo ideal es no necesitar su construcción, lo que se logra mediante la conservación del cauce natural.

3.1.1.4.2 Señalización y balizaje fluvial. La señalización fluvial⁴ consiste principalmente en la instalación de señales especiales o dispositivos físicos denominados “vallas de señalización”, que se colocan a lo largo de las vías fluviales navegables con el propósito de orientar, prevenir y proporcionar la información necesaria a los usuarios de estas vías.

Tipos de señales:

- Verticales: vallas y faros.
- Horizontales: boyas.

Clases de señales:

- Preventivas
- Reglamentarias
- Informativas
- Especiales
- Alfabetos

Tipo de balizaje. Los tipos de balizaje están referenciados con el objetivo y necesidades particulares, así:

- Dentro de la vías navegable, que delimita los anchos de los canales navegables (boyas).
- En tierra, para indicar la posición del canal navegable con respecto a las orillas (balizas).
- Balizaje y demarcación de obstáculos y puntos de peligro (balizas en tierra o postes dentro del canal navegable).

El Ministerio de Transporte elaboró los Manuales de Señalización de Balizaje Fluvial, para ser implementados en las diferentes vías fluviales como una ayuda a la navegación.

Cálculo de la capacidad de navegación y de transporte de las hidrovías. La capacidad potencial de transporte de los ríos, si se asimila a la capacidad de la infraestructura de carreteras, estaría representada en el número de convoyes o embarcaciones que podrían

⁴ Tomado de los Manuales de Señalización y Balizaje Fluvial. Mintransporte.

estar navegando en un trayecto de río, sin llegar a su nivel de saturación del tráfico, multiplicado por el número de toneladas transportadas por los convoyes o embarcaciones, en un periodo de tiempo determinado.

No existe un manual técnico que permita un procedimiento específico para el cálculo de la capacidad de transporte de las vías fluviales; se requieren investigaciones y mediciones precisas que determinen los parámetros y factores para las características de las hidrovías colombianas. Los factores que inciden técnicamente en la determinación de la saturación del tráfico de embarcaciones en las vías fluviales no han sido estudiados; sin embargo, el Ministerio de Transporte, en el artículo 29 de la Resolución 2104, de octubre 15 de 1999, establece que cuando las embarcaciones o convoyes naveguen en la misma dirección, subiendo o bajando, con velocidades más o menos iguales, deben mantener entre sí las siguientes distancias (muy discutidas por cierto):

Tramo recto del río subiendo = 600 metros.

Tramo recto del río bajando = 1.000 metros.

Tramo sinuoso del río subiendo = 600 metros.

Tramo sinuoso del río bajando = 1.200 metros.

Para desarrollar un cálculo aproximado es necesario tener en cuenta muchos elementos, parámetros y funciones, que solo se pueden conocer mediante estudios e investigaciones específicas de campo para cada una de las hidrovías, pues se tienen comportamientos y condiciones diferentes. A manera de ejemplo, y como una primera aproximación, se ha tomado el procedimiento seguido para el cálculo de la capacidad de transporte del río Meta, con participación del autor, en el trabajo elaborado para la Unión Temporal: Econometría - Cal Y Mayor. Cuyo proceso se ilustra así:

$$CTR = \frac{LR}{EC + DEC} \times CC \times NEF \times \frac{Fh}{T} \times C_i \times K_s \times K_e \times Re$$

En donde:

CTR = Capacidad potencial anual de transporte de la hidrovía (toneladas).

- LR = Longitud de la hidrovía (sector estudiado en metros).
- EC = Eslora de la embarcación o convoy típico (metros).
- DEC = Distancia entre convoyes o embarcaciones que navegan en el mismo sentido (metros).
- CC = Capacidad promedio de las embarcaciones o convoy típico (toneladas).
- NEF = Número de embarcaciones que pueden navegar frente a frente o posibilidad de paso (unidad).
- Fh = Fondo horario disponible anual (horas/año).
- T = Tiempo de recorrido del trayecto (horas).
- Ci = Coeficiente de afectación por imprevistos en la navegación (condiciones críticas etc.).
- Ks = Coeficiente de seguridad.
- Ke = Coeficiente de exclusión por el tráfico de embarcaciones pequeñas y/o de pasajeros.
- Re = Coeficiente de representatividad de la embarcación. Se utiliza la capacidad de la embarcación típica que fue seleccionada por su mayor utilización, pero que no es el promedio de las capacidades de las embarcaciones existentes, entonces se toma un factor de representatividad.

Como se puede observar, para lograr valores reales se requiere de una serie de ensayos y experiencias inexistentes, que arrojen datos para elaborar un manual técnico que permita calcular la capacidad de las vías fluviales.

Explicación de los índices utilizados en el cálculo de la capacidad de la hidrovía

CTR = Capacidad potencial anual de transporte de la hidrovía (toneladas). La capacidad de la hidrovía es el resultado de la aplicación de la fórmula indicada con sus correspondientes valores de índices. Lograr una información bien aproximada requiere de un proceso de investigación y mediciones en el campo, durante un periodo de tiempo largo, que mediante el proceso de ensayos de certeza y error se logre depurar el valor de los índices, hasta lograr tener un Manual de

cálculo de capacidad de las vías fluviales, que contemple todos los aspectos que intervienen.

Se considera muy importante en el proceso de investigación olvidarse por completo de tratar de asimilar criterios relacionados con el Manual de capacidad de las vías terrestres, por cuanto la infraestructura (en este caso el agua que se desplaza), la navegación y el transporte fluvial tienen comportamientos totalmente diferentes, y acondicionar informaciones del tráfico por carretera puede conducir a grandes errores.

LR = Longitud de la hidrovía (sector estudiado en metros). El cálculo de la capacidad de transporte de una hidrovía cambia de acuerdo con el trayecto que se tome, pues puede tener características muy particulares por las condiciones propias de la vía, de las características y composición del tráfico, entre otros factores.

EC = Eslora de la embarcación o convoy típico (metros). El resultado del cálculo de la capacidad de la hidrovía varía en función de las características de las embarcaciones, en este caso, de la eslora de la embarcación o del convoy tipo seleccionado. La variación de la eslora puede ir desde los 2,50 metros de una canoa hasta valores de más de 500 metros, según la capacidad y conformación del convoy; en el caso específico del río Meta se ha tomado la eslora del convoy tipo representativo de la flota actual de carga.

DEC = Distancia entre convoyes o embarcaciones que navegan en el mismo sentido (metros). La distancia que debe existir entre las diferentes embarcaciones o convoyes está en función de las diferentes características de estas o estos (longitud, capacidad de transporte, maniobrabilidad, potencia), de las características del sector de la hidrovía, de las posibilidades de paso, de las condiciones atmosféricas y de la pericia y capacidad de quienes conducen las embarcaciones, entre otros factores. La Resolución del Ministerio da unos únicos valores, sin decir qué consideraciones se tuvieron en cuenta, pero como se entiende que es una norma expedida por la autoridad fluvial, se toma dicho valor para el presente cálculo.

CC = Capacidad promedio de las embarcaciones o convoy típico (toneladas). La capacidad de la embarcación, tomada como típica para el cálculo, es el resultado del análisis de los registros estadísticos de la

flota actual más representativa para el transporte de carga. El resultado de la capacidad de la hidrovía cambia de acuerdo con las capacidades de las embarcaciones. Su rango de variación puede estar entre una tonelada, para el caso de las canoas, y 1.200 toneladas o más, para convoyes que pueden navegar por la hidrovía.

NEF = Número de embarcaciones que pueden navegar frente a frente o posibilidad de paso (Unidad). El índice del número de embarcaciones que pueden navegar frente a frente o posibilidades de paso depende de múltiples factores, entre ellos: el tamaño de las embarcaciones, las capacidades, la conformación en caso de los convoyes, la potencia, la capacidad de maniobra, la pericia de la tripulación, las condiciones atmosféricas, las condiciones de navegabilidad del sector del río y muchos más. En este caso se ha tomado de 1,40, que puede variar a 2,0 si pudieran navegar dos embarcaciones frente a frente en todo el trayecto o se tuviera posibilidad de paso en todo el recorrido.

Fh = Fondo horario disponible anual (horas/año). El cálculo de la capacidad de la hidrovía está en función de las horas de navegación, o sea, de su utilización; en este caso se ha tomado un valor de 2.400 horas al año, pero puede tener una variación entre cero horas utilizadas para la navegación y la totalidad de horas del año, es decir: $365 \text{ días} * 24 \text{ horas/día} = 8.760 \text{ horas}$.

T = Tiempo de recorrido del trayecto (horas). El valor tomado para el desarrollo de la fórmula va en concordancia con unas características de navegabilidad de la hidrovía y de la embarcación tipo seleccionada, pero varía en función de los dos conceptos anteriores, que se traducen en una velocidad promedio durante el recorrido, que puede variar desde cero, si la embarcación está quieta, hasta la velocidad máxima que se pueda alcanzar. En el caso fluvial, se han alcanzado velocidades hasta de 120 km/hora, en embarcaciones de competencia náutica, y el caso del transporte de pasajeros se trabaja con velocidades regulares de 55 km/hora.

Ci = Coeficiente de afectación por imprevistos en la navegación (condiciones críticas, etc.). Este factor restrictivo que refleja las condiciones de operación y situación climática para la navegación ha sido tomado en 0,70, de acuerdo con el conocimiento adquirido en la región; puede variar entre cero, cuando no se permita la

operación, y uno, cuando no hay ninguna restricción por este concepto.

K_s = Coeficiente de seguridad. Este factor, también de tipo restrictivo, que refleja las condiciones de seguridad presentadas por la hidrovía para la navegación, ha sido tomado en 0,80, de acuerdo con el conocimiento adquirido en la región; puede variar entre cero, cuando por falta de condiciones de seguridad no se permita la navegación, y uno, cuando no haya ninguna restricción por este concepto.

K_e = Coeficiente de exclusión por el tráfico de embarcaciones pequeñas o de pasajeros. Este factor, también de tipo restrictivo, que refleja las condiciones de exclusión por el tráfico de embarcaciones pequeñas o de pasajeros, se debe a que las embarcaciones mayores de transporte de carga se ven obligadas a disminuir la velocidad en presencia de tales embarcaciones menores; ha sido tomado en 0,70, de acuerdo con el conocimiento adquirido en la región; podría variar entre cero, si la presencia de embarcaciones menores fuese de tal intensidad que no permitiese el tráfico de embarcaciones mayores de carga, y uno, cuando no haya ninguna restricción por este concepto.

R_e = Coeficiente de representatividad de la embarcación. Se utiliza la capacidad de la embarcación típica que fue seleccionada por su mayor utilización, pero que no es el promedio de las capacidades de las embarcaciones existentes, entonces se toma un factor de representatividad.

Este factor indica que si la flota fuese homogénea en su conformación, de tal manera que la embarcación seleccionada para el cálculo de la hidrovía representara fielmente a las demás embarcaciones, se tendría un factor de uno; como esto no es totalmente cierto, con base en el conocimiento de las características de la flota se ha tomado de 0,70; el otro extremo de la variación sería cero, si la embarcación seleccionada no fuese en nada representativa.

A manera de ejemplo práctico, se ha realizado un cálculo, bajo los siguientes supuestos:

Convoy típico:

Características de la unidad remolcadora. Nombre: "Chiricoa"; propietario: Transportes Fluviales Ramón Plata; eslora: 22,95 metros; manga: 5,35 metros; puntal de costado: 1,58 metros; puntal útil: 0,60 metros; calado total: 1,28 metros; desplazamiento vacío: 60,57 toneladas; potencia 750 hp; capacidad remolcadora: 1.711 toneladas; fecha de construcción: 5 de julio de 1976.

Características de la unidad transportadora. Nombre: "Río Magdalena"; propietario: Transportes Fluviales Ramón Plata; eslora: 50 metros; manga: 13,60 metros; puntal de costado: 1,52 metros; puntal útil: 1,02 metros; calado total: 1,22 metros; desplazamiento vacío: 112,20 toneladas; capacidad transportadora: 635 toneladas; fecha de construcción: 28 de noviembre de 1979.

Esta embarcación típica corresponde a la flota actual, no a la embarcación típica de la flota que será recomendada.

LR = 851.000 metros (distancia aproximada entre Puerto López y Puerto Carreño).

EC = Eslora del convoy típico = 22,95 metros (remolcador) + 50 metros (bote) = 72,95 metros.

DEC = Distancia entre convoyes o embarcaciones que navegan en el mismo sentido.

Se estima la siguiente proporción en tramos sinuosos y rectos: 40% tramo sinuoso y 60% tramo recto del río.

De acuerdo con lo anterior, el promedio de distancia entre convoyes es de $[(600 \text{ metros} * 0,40 + 600 \text{ metros} * 0,60) + (1.000 \text{ metros} * 0,40 + 1.200 \text{ metros} * 0,60)] / 2 = [(240 \text{ metros} + 360 \text{ metros}) + (400 \text{ metros} + 720 \text{ metros})] / 2 = (600 \text{ metros} + 1120 \text{ metros}) / 2 = 1.720 \text{ metros} / 2 = 860 \text{ metros}$.

DEC = 860 metros.

CC = Capacidad promedio de las embarcaciones o convoy típico.

CC = 635 toneladas.

NEF = Número de embarcaciones que pueden navegar frente a frente o posibilidad de paso

Se ha estimado de manera conservadora que en el 40% del trayecto del río pueden navegar dos convoyes hombro a hombro o sobrepasar uno al otro y por lo tanto:

$$NEF = 1,40$$

Fh = Fondo horario disponible anual.

Tomando días de 10 horas y 8 meses de navegación al año, tenemos:
Horas de navegación al año (fondo de tiempo horario) = 10 horas/día * 8 meses/año * 30 días / mes = 2.400 horas/año.

$$Fh = 2.400 \text{ horas / año.}$$

T = Tiempo de recorrido del trayecto (horas).

Tiempo de recorrido del trayecto en una dirección = 851 km / (15 km /hora) = 56,73 horas.

Ci = Coeficiente de afectación por imprevistos en la navegación (condiciones críticas etc.). = 0,70

Ks = Coeficiente de seguridad = 0,80.

Ke = Coeficiente de exclusión por el tráfico de embarcaciones pequeñas o de pasajeros = 0,70.

Re = Coeficiente de representatividad de la embarcación = 0,70.

La aplicación de la fórmula propuesta arroja lo siguiente:

$$CTR = \frac{LR}{EC + DC} \times CC \times NEF \times \frac{Fh}{T} \times C_i \times K_s \times K_e \times Re$$

$$CTR = \frac{851000 \text{ metros}}{72.95 \text{ metros} + 860 \text{ metros}} \times 635 \text{ toneladas} \times 1.40 \times \frac{2400 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{56.73 \text{ horas}} \times 0.70 \times 0.80 \times 0.70$$

CTR = Capacidad Potencial de la Hidrovía en condiciones ideales
= 9.366.524 toneladas/ año.

CTR = Capacidad de transporte de la hidrovía:

Equivalente a: $(9.366.524 \text{ toneladas} / \text{año}) / (2.400 \text{ horas} / \text{año}) = 39,03 \text{ toneladas} / \text{hora}$.

Con los elementos expuestos se puede calcular el coeficiente de utilización de la hidrovía con respecto a la capacidad potencial en condiciones ideales, con base en el volumen transportado actual. Con un nivel de transporte de 36.645 toneladas durante el año 2000, el coeficiente de utilización de la hidrovía en el año 2000 = toneladas movilizadas / capacidad de toneladas a movilizar = $36.645,74 \text{ toneladas} / 9.366.524 \text{ toneladas} = 0.0039 = 0,39\%$, con respecto a la capacidad potencial de la hidrovía en condiciones ideales.

Cuadro núm. 7 Capacidad de transporte del río Meta.

R Í O M E T A		
CAPACIDAD POTENCIAL ESTIMADA (t/año)	CARGA MOVILIZADA (t/año 2000)	COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN %
9,4 millones	36.646	0,39
* Estudio de demanda de transporte		

Fuente: Estudio de demanda del río Meta.

Por otros métodos, el Estudio de demanda de transporte para el río Magdalena obtuvo los siguientes datos.

Cuadro núm. 8. Capacidad de transporte del río Magdalena

R Í O M A G D A L E N A		
CAPACIDAD POTENCIAL ESTIMADA (t/año)	CARGA MOVILIZADA (t/año 2000)	COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN %
500 millones	3 millones	0,54
* Estudio de demanda de transporte		

Fuente: Estudio de demanda del río Magdalena

Los datos anteriores significan que a pesar de algunas inconsistencias en las cifras calculadas, por falta de mediciones e investigaciones precisas y específicas, las hidrovías están totalmente subutilizadas en su capacidad

potencial para la navegación y el transporte fluvial, aun en su estado natural y de abandono; situación que puede variarse, para obtener una capacidad muy superior, con obras de regulación de los canales navegables y organización del tráfico fluvial.

No existe ningún tipo de parámetros o criterios de medición de la capacidad transportadora para las demás hidrovías del país, que tienen características y comportamientos muy diferentes; por lo tanto, se recomienda desarrollar una serie de investigaciones que permitan precisar su capacidad potencial y aportar elementos básicos para la elaboración del manual señalado.

Análisis de sensibilidad de la capacidad de la hidrovía en función de los coeficientes utilizados. Son múltiples los factores que pueden hacer variar los datos de capacidad de transporte de las hidrovías para diferentes condiciones de navegación; a manera de ilustración se elaboraron algunos análisis bajo ciertas consideraciones. (Ver cuadro núm 9).

Como se puede observar en el siguiente análisis, manteniendo la longitud de la hidrovía, los datos relacionados con la embarcación, el fondo horario y el tiempo de recorrido igual, la variación de valores de los coeficientes representa cambios significativos en el cálculo de la capacidad potencial de transporte de la hidrovía; situación que nos hace ver la necesidad de investigar y encontrar bases sólidas, que permitan soportar adecuadamente los valores numéricos de estos factores.

El sistema portuario fluvial. Está en función de tres componentes básicos:

- Las características de la hidrovía
- Las características, cantidad y permanencia de las embarcaciones en el puerto
- La cantidad y características de los productos que se movilizan

En las hidrovías, los puertos no tienen comportamientos aislados, sino que se integran y complementan; cualquier cambio o modificación en la operación de un puerto tiene repercusión inmediata en los demás puertos localizados sobre la hidrovía, especialmente en aquellos que tienen orígenes o destinos complementarios de productos.

Cuadro núm. 9. Análisis de sensibilidad de la capacidad de la hidrovía en función de la variación de los coeficientes utilizados.

Longitud de la hidrovía	Eslora de la embarcación o convoy típico. Longitud promedio.	Distancia entre convoyes o embarcaciones que navegan en el mismo sentido	Capacidad promedio de las embarcaciones o convoy típico	Número de embarcaciones que pueden navegar frente a frente o posibilidad de paso	Fondo horario disponible anual	Tiempo de recorrido del trayecto	Coefficiente de afectación por imprevistos en la navegación. Condiciones críticas	Coefficiente de Seguridad	Coefficiente de exclusión por el tráfico de embarcaciones pequeñas y/o de pasajeros	Coefficiente de representatividad de la embarcación	Capacidad potencial anual de transporte de la hidrovía
LR (metros)	EC (metros)	DEC (metros)	CC (Toneladas)	NEF (unidad)	Fh (horas)	T (horas)	Ci	Ks	Ke	Re	CTR (Toneladas)
851.000	72,95	860	635	1,40	2.400	56,73	0,70	0,80	0,70	0,70	9.366.524
851.000	72,95	860	635	1,40	2.400	56,73	0,75	0,80	0,70	0,70	10.087.026
851.000	72,95	860	635	1,40	2.400	56,73	0,65	0,80	0,70	0,70	8.646.022
851.000	72,95	860	635	1,40	2.400	56,73	0,70	0,85	0,70	0,70	9.846.859
851.000	72,95	860	635	1,40	2.400	56,73	0,70	0,75	0,70	0,70	8.646.022
851.000	72,95	860	635	1,40	2.400	56,73	0,70	0,80	0,75	0,70	10.087.026
851.000	72,95	860	635	1,40	2.400	56,73	0,70	0,80	0,65	0,70	8.646.022
851.000	72,95	860	635	1,40	2.400	56,73	0,70	0,80	0,70	0,75	10.035.562
851.000	72,95	860	635	1,40	2.400	56,73	0,70	0,80	0,70	0,65	8.697.487
851.000	72,95	860	635	1,40	2.400	56,73	0,75	0,85	0,75	0,75	12.094.138
851.000	72,95	860	635	1,40	2.400	56,73	0,65	0,75	0,65	0,65	6.913.387
851.000	72,95	860	635	1,40	2.400	56,73	0,70	0,85	0,75	0,75	11.322.172
851.000	72,95	860	635	1,40	2.400	56,73	0,70	0,80	0,75	0,75	10.807.528
851.000	72,95	860	635	1,40	2.400	56,73	0,70	0,80	0,65	0,65	8.028.449
851.000	72,95	860	635	1,40	2.400	56,73	0,70	0,80	0,65	0,70	8.646.022
851.000	72,95	860	635	1,40	2.400	56,73	0,70	0,80	0,75	0,65	9.366.524

Fuente: Estudio de demanda de transporte del río Meta.

3.1.2.1 **Conformación del sistema portuario.** El sistema portuario está conformado por un conjunto de elementos que integran los diferentes puertos y que deben trabajar de manera armónica y sincronizada, como son:

- El canal navegable de acceso
- El muelle
- Los patios
- Las bodegas
- Los equipos de manejo de la carga
- Las vías de acceso terrestre
- Las vías internas de circulación
- Las básculas de pesaje
- La portería y controles de ingreso
- La administración y proceso sistematizado
- Servicios a las embarcaciones, a la carga y a los usuarios
- Los servicios de seguridad del puerto
- Los equipos de llegada y evacuación de la carga a los puertos

Veamos algunas consideraciones para cada uno de estos elementos.

⌘ El canal navegable de acceso

Es de suma importancia, pues muchas veces en la práctica se ha observado que la eficiencia y bajo costo del transporte fluvial se pierde al no poder arrimar con facilidad la embarcación a puerto. Este acceso tiene enorme valor con respecto a la correcta ubicación del puerto y a las condiciones cíclicas del comportamiento del río y de sus caudales.

⌘ El muelle

Es el elemento que permite el amarre de la embarcación y facilita el cargue y descargue de las mercancías. En el muelle se encuentran localizados los diferentes equipos de cargue y descargue.

Existen diferentes clases de muelles, que deben ser seleccionados para las condiciones y características propias de cada lugar:

Muelles rígidos:

- Marginales. Conformados por lo general de rampas y escalera.

- De espigón. En diferentes formas, permite lograr una mayor profundidad para facilitar el acceso de las embarcaciones.

Muelles Flotantes: Los hay en muy diversas formas, dependiendo de las condiciones y usos requeridos. Algunos de ellos pueden ser trasladados fácilmente de un lugar a otro; así mismo, se anclan a la orilla y estos pueden fluctuar de acuerdo con los niveles de agua, facilitando las actividades en las diferentes épocas del año.

⌘ Los patios

Son elementos muy importantes del puerto, permiten el depósito transitorio de la carga; así mismo, facilitan la ubicación y maniobra de los equipos de transporte complementario. El área que se requiere y la capacidad portante con la cual se deben construir están en función de la cantidad y características tanto de la carga como de los equipos de transporte complementario (ferrocarril, camión, etc.).

⌘ Las bodegas

Las bodegas permiten la permanencia de la carga por un tiempo relativamente grande sin que sufran daño, sobre todo aquellas que son perecederas; su área, altura, capacidad portante y diseño arquitectónico dependen de la cantidad, clase de carga y tiempo de almacenamiento, principalmente; así mismo, de las características climáticas del lugar.

Se debe tener en cuenta que la carga que llega a los puertos es de carácter transitorio y, por lo tanto, se debe sacar de bodega lo más pronto posible.

⌘ Los equipos de manejo de la carga

En gran parte, la eficiencia y bajo costo de un puerto depende de los rendimientos de los equipos utilizados para el cargue y descargue; por lo tanto, la selección de estos, por su capacidad y rendimiento, como por su mantenimiento, deben ser factores de cuidadoso estudio.

⌘ Las vías de acceso terrestre

Las vías de acceso terrestre al puerto son fundamentales, deben tener los diseños y características requeridas de acuerdo con el volumen y

composición del tráfico; se debe tener especial cuidado en que no atraviesen zonas pobladas, para evitar demoras y, sobre todo, disminuir la posibilidad de accidentalidad.

⌘ Las vías internas de circulación

Las vías internas de circulación deben ser ubicadas, diseñadas y construidas teniendo en cuenta toda la cantidad de factores que intervienen, con especial esmero la seguridad de las personas que adelantan actividades en el puerto y la cantidad y características de la carga y de los equipos complementarios; además, se les debe dotar de los elementos indispensables, como la correcta y adecuada señalización vertical y en piso.

⌘ Las básculas de pesaje

Estos equipos permiten controlar el peso de los equipos de transporte complementarios y la cantidad de carga que entra o sale del puerto. Las características de las básculas, su capacidad y su ubicación deben ser estudiadas cuidadosamente para lograr la mayor facilidad de uso y los mejores rendimientos, puesto que son directamente proporcionales con el costo.

⌘ La portería y controles de ingreso

La ubicación de la portería y los controles que se adelanten en el puerto son fundamentales para la seguridad y eficiencia portuaria.

⌘ La administración y proceso sistematizado

Un puerto se debe distinguir por la eficacia y eficiencia en todas sus actividades, y esto depende de la calidad administrativa, que, a su vez, tiene una gran dependencia del proceso sistematizado, que en todos los órdenes se adelante; por supuesto, la calidad, capacitación y eficiencia del personal son la clave fundamental.

⌘ Servicios a las embarcaciones, a la carga y a los usuarios

Muchas veces, al ubicar, diseñar y construir un puerto se tienen en cuenta las embarcaciones y la carga, pero se olvida de los servicios

requeridos y actividades conexas. Así, por ejemplo, hay que tener en cuenta que las embarcaciones necesitan un lugar para permanecer y recibir mantenimiento, sin obstaculizar las actividades del puerto; requieren, así mismo, aprovisionarse de combustible y víveres, así como de su seguridad.

La carga requiere de seguridad, de condiciones y espacios suficientes, especialmente cuando se consolida o desconsolida la carga en contenedores. Pero especialmente se debe tener muy en cuenta las necesidades de los usuarios, por ejemplo, de servicios sanitarios, de sitios de reunión, de cafeterías, de comunicación, de zonas de transacciones bancarias, etc.

⌘ Los servicios de seguridad del puerto

Un puerto debe brindar condiciones absolutas de seguridad a su personal, a los usuarios, a las embarcaciones, a la carga, a los equipos de transporte complementario y a todas las instalaciones y equipos auxiliares; por tal motivo, al diseñar el puerto se requiere verificar que se cuente con todos los elementos que permitan total seguridad, sin olvidar entre ellos los de extinción de incendios y primeros auxilios.

⌘ Los equipos de llegada y evacuación de la carga a los puertos

Como ya se dijo, los equipos de transporte complementarios para la llegada o evacuación de la carga deben ser seleccionados de acuerdo con las características de funcionamiento de cada uno de los puertos, logrando su máximo rendimiento, eficiencia y menor costo en la infraestructura requerida.

Elementos básicos de diseño y construcción de puertos. Criterios para la ubicación de un terminal fluvial.

- Condiciones portuarias (canal navegable, estabilidad de orillas y topografía)
- Conjunción o cercanía de infraestructura vial, objeto de transferencia modal
- Buena accesibilidad al sitio
- Espacio suficiente para cubrir las necesidades actuales y expansiones futuras

- Accesibilidad a servicios públicos
- Adecuadas condiciones geotécnicas
- Preferiblemente fuera de las zonas urbanas, poblaciones o grandes ciudades

Herramientas de dimensionamiento portuario. Para presentar una secuencia lógica de análisis que permita fijar un procedimiento preliminar para la construcción de un terminal⁵, se recomiendan a continuación aquellos aspectos clave que deben tenerse en cuenta en el diseño:

- ⌘ El terminal debe ser diseñado para acomodar la creciente demanda dentro de los próximos 5 a 10 años.
- ⌘ El diseño del proyecto debe permitir la máxima participación de constructores locales.
- ⌘ Los edificios e instalaciones, preferiblemente, deben construirse con los materiales locales disponibles, teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas y procedimientos locales de construcción.
- ⌘ Una vida útil de 50 años debe tenerse en cuenta para el diseño de las estructuras permanentes.
- ⌘ Se requiere un diseño económico.

La planificación y la construcción de un terminal multimodal deben garantizar el desempeño óptimo de sus funciones, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- ⌘ Transbordo de contenedores y otras cargas, entre diversos modos: carretera, río, ferrocarril.
- ⌘ Despacho aduanero de contenedores.
- ⌘ Llenado y vaciado de contenedores.
- ⌘ Selección de grupos parciales de contenedores.
- ⌘ Almacenamiento temporal de contenedores y cargamentos.
- ⌘ Mantenimiento y reparación de contenedores.

⁵ Información referida en el manual de las Naciones Unidas.

Con base en las anteriores funciones, son necesarios los siguientes requerimientos de áreas:

- ⌘ Área de cargue y descargue de contenedores llenos y vacíos, que puede incluir un terminal ferroviario o puerto fluvial, además espacio para estacionar camiones.
- ⌘ Área de maniobra para los vehículos de transporte.
- ⌘ Área de maniobra para el material de manipulación.
- ⌘ Almacenamiento de contenedores cargados.
- ⌘ Área para la manipulación física de los cargamentos en contenedores, es decir, espacios techados y al aire libre.
- ⌘ Áreas de estacionamiento para camiones que esperan carga.

La superficie total que se necesita para un terminal multimodal depende en gran medida de las necesidades en materia de almacenamiento de contenedores.

El tamaño de la superficie de almacenamiento se determina, principalmente, según los siguientes factores:

- Cantidad de TEUS (unidades equivalentes de veinte toneladas) que habrá de manejarse
- Tipo de equipo utilizado para manejo de contenedores
- Promedio de tiempo utilizado para el almacenamiento

Espacio que requieren los cobertizos

El tamaño de la parte funcional del cobertizo, excluidos el espacio para oficinas y la zona de inspección de aduanas, depende del movimiento previsto en TEUS (unidades equivalentes de veinte toneladas) y el tiempo medio de apilamiento en el cobertizo. Para el cálculo del espacio que necesita el cobertizo se pueden considerar como básicos los siguientes rubros:

- Un espacio necesario de 20 m³ por TEU, en el cobertizo de la terminal de carga.
- Una altura media de apilamiento de 2 m en el cobertizo, de manera que la superficie neta ocupada por un TEU es de 14,5 m².
- Un factor de acceso de 0,4 para los pasillos y la manipulación de materiales.

- Un factor de seguridad de 25% para los periodos de máxima actividad.

Ejemplo de cálculo del espacio que necesita un cobertizo

- Número previsto de TEU por año = 12.000
- Tiempo de apilamiento en el tinglado = 7 días en promedio
- Teniendo en cuenta los rubros básicos anteriormente enunciados, la fórmula es la siguiente:
Número de TEU/año * superficie neta ocupada por TEU * (tiempo medio de almacenamiento / número de días al año) * Factor de seguridad * Factor de acceso.

Espacio requerido = 12.000 TEU/año * 14.5 M2 /TEU * (7 días/ 365 días/año). Al resultado hay que aplicar los factores de seguridad y de acceso: $12.000 * 14.5 * 7/365 * 1.4 * 1.25 = 5.839 \text{ M2}$ o sea 6.000 m².

Nota: es necesario agregar espacio para oficinas para trabajadores, directivos, administrativos e inspectores de aduana.

Espacio necesario para el cobertizo

Con un flujo bien establecido y cada vez mayor de contenedores y un sistema de doble turno, el tiempo medio de apilamiento para la carga que entra y sale no deberá exceder de 4 días. En este caso, el espacio total que se necesita en el cobertizo será de $50.000 \times 14.5 \times 4 / 365 \times 1.4 \times 1.25 =$ aproximadamente 14.000 m².

Habrá que contar con dos cobertizos de 7.000 m² cada uno, con dimensiones de 58 x 120 m, y cada cobertizo deberá tener 10 puertas del lado de los contenedores y 20 del lado de la carga general. Del lado de los contenedores, el piso deberá estar a nivel del remolque, más la altura del piso de contenedores, para que las horquillas elevadoras puedan entrar en los contenedores.

Espacio de almacenamiento necesario para los contenedores

Con un mayor volumen de operaciones, disminuirá el tiempo medio de rotación de los contenedores. Se supone que el tiempo medio de almacenamiento de los contenedores se reducirá a seis días. El número

total para almacenamiento en determinado momento es de $50.000 \times 6 / 365 + 50\% = 1.233$ TEUS.

Los contenedores se dividen en dos zonas de almacenamiento, una para los contenedores que entran y otra para los contenedores que salen. En ambas zonas hay pilas diferentes para contenedores llenos y vacíos. El espacio total necesario para almacenar los contenedores apilados, 2 unidades en promedio, es de $1.233 \text{ m} \times 15 \text{ m} = 18.495$ ó 18.500 m^2 .

Espacio requerido para algunas actividades especiales

A pesar de que las cifras pueden variar de acuerdo con las características y condiciones específicas, se presentan algunos indicadores al respecto.

- ⌘ Para recibimiento de carga, $3 \text{ m}^2/\text{t}$.
- ⌘ Para transferencia de carga despachada a larga distancia por camión, $7 \text{ m}^2/\text{t}$
- ⌘ Para almacenamiento de bienes, para distribuirlos mediante entrega por camión, $10 \text{ m}^2/\text{t}$.
- ⌘ La altura del muelle de cargue debe estar en los camiones de larga distancia en 140 cm, y para camiones locales debe estar cerca de 115 cm.
- ⌘ El piso de muelle de carga tiene que resistir una carga estática (peso) de 10.000 a 15.000 kg/m^2 .

El área de patios alrededor de la bodega de bienes tiene que tener las siguientes medidas:

- ⌘ Ancho de 20 m a 24 m, si son usados camiones de 12 metros.
- ⌘ Ancho de 35 m a 46 m, si son usados camiones de 24 metros.
- ⌘ Si se plantea la instalación de una banda transportadora, la cadena tiene que tener una especificación de 35 m/min.

Si resulta rentable instalar una banda transportadora, por el volumen de carga manejada y las áreas de manejo de bienes, tiene que ser comparativamente amplia (un terminal de transporte combinado, ferrocarril-carretera, tendrá un área mayor y distancias de transporte internas más largas que un terminal dedicado únicamente al transporte por carretera). La rentabilidad está, por supuesto, muy influenciada por la relación entre los costos de mano de obra y los costos de capital. Con base en las condiciones suecas, no es probable que una banda transportadora sea rentable si la cantidad de bienes es de solamente 200 toneladas por día.

Cálculo de la capacidad y productividad portuaria. El número de embarcaciones que un puerto puede atender en un lapso dado, según el número de atracaderos existentes, es denominado capacidad portuaria. La capacidad de cada puerto se calcula, entonces, tomando el total del número de días disponibles del año, divididos por el tiempo de espera promedio general de las embarcaciones en puerto, multiplicado por el número de atracaderos que posee el puerto, afectando el resultado por un índice de regularidad en la llegada de las embarcaciones al puerto durante los diferentes meses del año y en términos de toneladas, por la capacidad de transporte de las embarcaciones atendidas.

$$C_p = \frac{D_{\text{año}}}{TEP} * N_{\text{Atracaderos}} * Ct * Fr$$

Donde:

C_p : Capacidad del puerto (Núm. de embarcaciones/año, que se traducen en toneladas/año)

$D_{\text{año}}$: Días disponibles del muelle al año (días/año)

TEP: Tiempo de cargue, descargue y espera de la embarcaciones en los atracaderos del puerto.(días/ embarcación)

$N_{\text{Atracaderos}}$: Número de Atracaderos disponibles por puerto (Unidad)

Fr: Factor de regularidad de llegada de las embarcaciones = 0,80

Ct: Carga transportada por las embarcaciones (t)

3.1.2.5 *Parámetros de la capacidad de las instalaciones portuarias* (explicación de los índices de cálculo). En Colombia no existen mediciones específicas ni metodologías conocidas para el cálculo de la capacidad de las instalaciones portuarias fluviales, por lo cual, a manera de ilustración y como una primera aproximación, se ha tomado el procedimiento seguido para el cálculo de la capacidad de transporte del río Meta, con participación del autor, en el trabajo elaborado para la Unión Temporal: Econometría - Cal Y Mayor. Cuyo proceso se ilustra así:

$D_{\text{año}}$: *Días disponibles del muelle al año (días/año)*

La capacidad de un puerto está en función directa con el número de días disponibles; es decir, con la cantidad de tiempo que se puede utilizar al año. Entre más días disponibles, mayor capacidad portuaria. Tiempo de disponibilidad de uso del muelle en el puerto, representado en días al año, de acuerdo con las características de navegación de la hidrovía.

Las embarcaciones tienen acceso al muelle del puerto, de manera productiva, cuando las condiciones de la vía les permiten navegar; el número de 240 días al año se basa en el conocimiento actual de la hidrovía; en las condiciones de adecuación futura se estima en 347 días; este valor podría eventualmente ser cero, si no fuese posible la navegación por diferentes razones, o 365, si no se presentase ninguna dificultad.

TEP : *Tiempo de cargue, descargue y espera de la embarcaciones en los atracaderos del puerto (días/embarcación)*

Es el tiempo de permanencia o de ocupación que una embarcación hace del atracadero del muelle en cada viaje, para efectos de cargue, descargue, espera o cualquier otro motivo que la obligue a permanecer atracada. La capacidad de un puerto está en función directa con el tiempo de permanencia de las embarcaciones en él; es decir, con la mayor cantidad de embarcaciones y de carga que se pueda atender durante el año. A mayor eficiencia portuaria, es decir, menos tiempo de permanencia de las embarcaciones en puerto, mayor capacidad portuaria.

El tiempo de las embarcaciones en puerto es un factor de gran importancia, ya que la rentabilidad está en función del menor tiempo

gastado; para las condiciones actuales y por el conocimiento adquirido en el trabajo de campo se ha tomado de cinco días. De acuerdo con las futuras condiciones contempladas en el estudio señalado se espera que este tiempo sea de dos días. Una cifra de tiempo de permanencia de las embarcaciones en puerto mayor a cinco días sería de mucha gravedad para la rentabilidad, y una cifra por debajo de dos días significaría un grado máximo de eficiencia portuaria.

$N_{Atracaderos}$: *Número de atracaderos disponibles por puerto (Unidad)*

Representa el número de atracaderos disponibles en cada puerto para atender las embarcaciones; es decir, representa el número de embarcaciones que pueden ser atendidas por el puerto de manera simultánea. La capacidad de un puerto está en función directa con el mayor número de atracaderos existentes o disponibles y con el mayor tamaño o capacidad de las embarcaciones que puedan atracar. El número de atracaderos disponibles es muy particular de cada puerto y varía en función de la longitud de muelle y de las dimensiones de las embarcaciones que frecuentan dicho muelle; por lo tanto, una misma longitud de muelle, para embarcaciones de diferente tamaño, significa también diferente número de atracaderos disponibles, y cuando se habla de disponibilidad, significa que existen todos los elementos, la capacidad operativa y la logística necesaria para atender las necesidades de la embarcación en muelle.

Fr : *Factor de regularidad de llegada de las embarcaciones = 0,80*

Factor de regularidad de llegada de las embarcaciones a puerto o variación de la ocupación del puerto, debido a la regularidad en el arribo o llegada de las embarcaciones a puerto; se considera de tipo aleatorio. Lo ideal, a nivel de capacidad portuaria, sería que las embarcaciones llegaran de manera regular, es decir, de manera consecutiva; entre mayor número de arribos, mayor cantidad de embarcaciones atendidas y, por lo tanto, mayor capacidad de carga en el puerto. La llegada de las embarcaciones a puerto es totalmente aleatoria en las condiciones actuales; no tiene correspondencia directa con el número ni con el promedio de las embarcaciones llegadas mensualmente; pues es posible que a un puerto puedan llegar 30 embarcaciones al mes; esto no significa que llegue una embarcación

diaria, pues pueden llegar todas en un solo día o llegar de manera indiscriminada.

La única manera de que la llegada fuese regular sería diseñando itinerarios específicos de estricto cumplimiento de toda la flota, situación que en el caso del transporte fluvial por el río Meta no es posible lograr. Si la llegada de las embarcaciones a puerto fuese totalmente regular, el factor sería uno, y, por el contrario, si la llegada fuese totalmente irregular, el factor sería cero. En este caso, para las condiciones actuales y de acuerdo con el conocimiento adquirido en la región, se estimó de 0,80.

Ct: Carga transportada por las embarcaciones (t)

Cantidad de carga transportada por las embarcaciones. A mayor cantidad de productos cargados o descargados, mayor capacidad del puerto. La capacidad de los puertos está en función de las capacidades de las embarcaciones atendidas en ellos; así, para un mismo número de embarcaciones llegadas a diferentes puertos, tendrá mayor capacidad aquel puerto en donde el promedio de la capacidad de las embarcaciones atendidas sea mayor.

Con respecto al factor de regularidad en el arribo de embarcaciones al puerto, se señala que no es necesariamente coincidente con el movimiento promedio diario de embarcaciones atendidas. Así, por ejemplo, en un puerto ese promedio diario puede ascender a 0,67 embarcaciones y, sin embargo, de manera aleatoria la regularidad del arribo puede ser mayor o menor a ese índice. Esto se debe a que dicho factor señala la probabilidad de que coincida o no el arribo de una embarcación cuando haya otras atracadas en ese momento y se produzca una saturación que afecte la capacidad del puerto.

En el estudio señalado, debido a la falta de estadísticas sobre el arribo coincidente de embarcaciones, se estimó de manera conservadora un factor de 0,8, que señala la probabilidad de que se produzcan saturaciones. Debido al bajo movimiento de carga y a las capacidades de los puertos actuales, la variación del índice en un entorno de más o menos un 20% no alteraría el resultado de las proyecciones del sistema portuario que en el futuro dependerán de las nuevas cargas del comercio exterior relacionadas con los puertos internacionales.

Capacidad de los módulos portuarios. Un puerto, por lo general, está compuesto de módulos destinados a atender las necesidades de las diferentes clases de carga; como ejemplo, el puerto propuesto en Cabuyaro, sobre el río Meta.

Cuadro núm. 10. Cálculo de la capacidad de los módulos portuarios propuestos para el río Meta.

TIPO DE CARGA	PORCENTAJE	VOLUMEN ANUAL DE CARGA MOVILIZADA POR MÓDULO (t)	NÚMERO DE BOTES AL AÑO ATRACADOS EN EL MUELLE POR TIPO DE CARGA	COEFICIENTE DE ESTIBA (m ³ /t)	ÁNGULO DE REPOSO (°)
Carbón Coque	35%	105000	210	0,8 - 1,4	30 - 45
Carga general	33%	99000	198	65 - 1,27	-
Carga a granel	30%	90000	180	25 - 1,42	30 - 40
Refinados	2%	6000	12		
Total	100%	300000	600		

Fuente: Estudio de demanda del río Meta.

Capacidad de atraque en el muelle, $C_p=600$ embarcaciones al año

Capacidad del bote, $C_b=635$ t

Capacidad promedio utilizada en los botes, $C_u=78,8\%$

Volumen anual de carga movilizada por módulo, $C_p \cdot C_b \cdot C_u=300.000$ t

Promedio de botes que arriban al muelle: 2 diarios (600 embarcaciones/300 días)

Número de atracadero $N_A = 3$

Volumen promedio de carga por mover diariamente:

$300.000 \text{ t}/300 \text{ días} = 1.000 \text{ t/día}$

Capacidad del puerto: 8 veces la carga por mover diariamente

Capacidad de almacenamiento en el puerto = 8000 t/día

Densidad de las mercancías en bodegas = $1,5 \text{ t/m}^2$

Área para movilización = 40% de área neta de bodegaje

Densidad de las mercancías patios = $1,8 \text{ t/m}^2$

Área para movilización = 25% de área neta de patios

Altura promedio de almacenaje = 2 m

Duración promedio de tránsito = $8.000 \text{ t} \cdot 365 \text{ días} / 300.000 \text{ t} = 9,7 \text{ días}$

Tiempo recomendado de tránsito = 7 días

Área de bodegas = $0,3 \cdot 8000 \text{ t} / 1,5 \text{ t/m}^2 \cdot 1,4 = 2.240 \text{ m}^2$

Área de patios = $0,7 \cdot 8.000 \text{ t} / 1,8 \text{ t/m}^2 \cdot 1,25 = 3.890 \text{ m}^2$

Factor de seguridad bodegas = $2.500 \text{ t} / 2.240 \text{ t} \cdot 9,7 \text{ días} / 7 \text{ días} = 1,55$

Factor de seguridad patios = $4.200 / 3.890 * 9,7 / 7 = 1,50$

Longitud convoy de diseño = 73 m

Longitud del muelle total = 225 m (~ 73 m * 3)

Longitud del muelle en tablestacado = 75 m (movimiento de carga mecanizada)

Longitud del muelle en rampa o escalera = 150 m (movimiento de carga manual o puesto de espera)

Tiempo por trabajar en el puerto = dos turnos diarios = 5.000 horas/año o 300 días * 16,66 horas

Carga promedio por movilizar mecánicamente = 60 t/h

Tiempo promedio de cargue o descargue mecanizado = 8,33 horas = 0,5 días

En una semana se descarga en promedio 12 embarcaciones

Índice de irregularidad en el arribo, $i = 80\%$

TEP = Tiempo de cargue, descargue y espera en el atracadero = 1,5 días

Tiempo de espera en muelle = 1 día.

$$TEP = D_{\text{año}} / C_p * N_A * i.$$

NOTA 1: El TEP será el doble si existe carga de compensación

Cuando se quiera aplicar la fórmula y el procedimiento indicado, es importante evaluar los diferentes factores, para las condiciones específicas del puerto.

Necesidad de un plan de expansión portuaria. Es evidente la necesidad de elaborar en el país un Plan Fluvial de Expansión Portuaria, dada la ubicación de los puertos y el desordenado crecimiento urbano y comercial a su alrededor, que los ha dejado prácticamente ahogados, sin haber conservado las áreas requeridas para su adecuada y eficiente operación.

En consecuencia, en términos generales se puede decir que se requiere formular una política que permita el desarrollo de un Plan Integral de Expansión Portuaria Fluvial, que defina una solución a mediano y largo plazo a las necesidades de infraestructura y uso del suelo, involucrando no solamente los puertos que movilizan cargas de comercio exterior, sino también los de carácter regional y local, incluyendo los de transporte público de pasajeros, de turismo y servicios complementarios. Esto se debe hacer integrando los resultados de los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios ribereños y con base en los volúmenes y matrices de origen-destino

de los productos, estableciendo un programa jerarquizado de las inversiones necesarias a corto, mediano y largo plazo, acorde con los presupuestos disponibles y las capacidades reales de financiamiento de los diferentes entes ejecutores.

Objetivos específicos. Dentro de los objetivos específicos se encuentran:

- ⌘ Definir la política, bajo parámetros y criterios técnicos para la ejecución de un Plan Integral de Expansión Portuaria.
- ⌘ Definir los componentes del Plan Integral de Expansión Portuaria.
- ⌘ Señalar de manera concreta las metas y objetivos del plan a corto, mediano y largo plazo.
- ⌘ Señalar los actores y participantes, tanto directos como indirectos en la ejecución del Plan Integral de Expansión Portuaria, fijando funciones y responsabilidades.
- ⌘ Cuantificar los recursos económicos necesarios para su ejecución e implementación.
- ⌘ Establecer la metodología y el procedimiento para su ejecución.
- ⌘ Fijar el orden de prioridad de ejecución de las tareas específicas.
- ⌘ Establecer la viabilidad: física, económica y política para su ejecución.
- ⌘ Definir el cronograma de ejecución.
- ⌘ Establecer los programas y mecanismos de participación.
- ⌘ Establecer la logística adecuada para su ejecución.
- ⌘ Promover la participación del sector privado en las inversiones complementarias para la explotación adecuada y mejoramiento de los servicios.

Administración y explotación de los puertos fluviales. La administración y explotación de los puertos fluviales en el país está a cargo del

Ministerio de Transporte, con participación de sus institutos nacionales de Vías y de Concesiones: a excepción de los del río Magdalena y sus afluentes, que se encuentran a cargo de la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena, Cormagdalena, que lo hace de manera directa o por medio de las Sociedades Portuarias, tal como ocurre en Barrancabermeja y Puerto Berrío.

Los equipos de transporte

Los equipos de transporte fluvial están conformados por embarcaciones de diferente capacidad, tamaño, materiales y características técnicas, todas muy importantes y que se adaptan a las características de las hidrovías y a las necesidades propias de las diferentes regiones.

Las embarcaciones. Embarcación es toda construcción principal o independiente apta para la navegación y destinada a ella⁶, cualquiera sea su sistema de propulsión.

Artefacto naval es toda construcción flotante no apta para la navegación fluvial.

Las embarcaciones fluviales están destinadas a transitar por los ríos, canales, caños, lagos, lagunas, ciénagas y embalses. Una embarcación diseñada como fluvial no es apta para la navegación marítima.

Un convoy fluvial es el conjunto de embarcaciones ligadas entre sí, que navegan impulsadas por una o varias unidades remolcadoras.

Clasificación, características y capacidad de las embarcaciones fluviales. Las embarcaciones fluviales se clasifican según su capacidad, su destinación de servicio y sus características⁷.

- ⌘ De acuerdo con su capacidad hay dos clases de embarcaciones: *mayores*, las que son iguales o mayores a 25 toneladas; *menores*, las de capacidad menor a 25 toneladas. Todas las unidades remolcadoras se consideran mayores.
- ⌘ Según su destinación de servicio se clasifican en:

⁶ Estatuto Nacional de Navegación Fluvial.

⁷ *Ibídem*.

- 1- De turismo, recreación y deportivas
- 2- De pasajeros
- 3- De colonización o mixtas
- 4- De carga
- 5- De servicios especiales

⌘ Según sus características se identifican principalmente en:

- 1- *Remolcadores*. Unidad fluvial provista de máquinas propulsoras (propulsión propia), de combustión interna y diseñada especialmente para el remolque de botes en convoy.
- 2- *Bote*. Unidad fluvial sin propulsión propia, destinada al transporte de carga.
- 3- *Lancha*. Es una embarcación menor, de propulsión propia, dedicada al transporte de pasajeros, de carga, mixta y de servicio especial.
- 4- *Botemotor*. Embarcación menor de casco de madera o metálico, acondicionada con propulsión mecánica propia.
- 5- *Motocanoa*. Es una canoa provista de motor de combustión interna, colocado fuera, dentro o dentro-fuera de la borda.
- 6- *Transporte especial*. Son todas aquellas unidades destinadas a servicios especiales, tales como: dragas, transbordadores y casas flotantes, entre otros.
- 7- *Fuera de borda*. Es una embarcación menor, con casco de aluminio o de fibra de vidrio, provista con motor fuera de borda.

Normas de construcción, inspección y clasificación de embarcaciones fluviales. Esta reglamentación tiene que ver con las embarcaciones, sus características y su capacidad de navegación; por lo general se usa o está basada en normas de carácter internacional.

De las más utilizadas en Colombia se señalan:

Como se puede observar, este decreto ley, aún vigente, tiene cincuenta

Decreto 2049 de 1956	Mediante el cual se reglamenta la construcción, reparación, inspección y clasificación de embarcaciones fluviales (se está gestionando el decreto reglamentario de la Ley 336 de 1996, en aspectos relacionados con este tema).
----------------------	---

años; se encuentra, por lo tanto, desactualizado en cuanto a las características de las embarcaciones, en diseños con nuevos materiales menos pesados, más resistentes y económicos; situación por la cual requiere de urgente actualización.

Normas ICONTEC

- 1- Norma Técnica Colombiana NTC 4737, noviembre 24 de 1999, ICONTEC: Tipología y requisitos generales para vehículos de transporte fluvial de pasajeros.
- 2- Norma Técnica Colombiana NTC 4738, noviembre 24 de 1999, ICONTEC: Tipología y requisitos generales para vehículos de transporte fluvial de carga.
- 3- Norma Técnica Colombiana NTC 4740, noviembre 24 de 1999, ICONTEC: Señalización vertical para vías fluviales.

Estas normas, aunque contienen importantes avances, no son de carácter obligatorio por no estar aprobadas de manera específica por la autoridad fluvial.

Nociones básicas de diseño y construcción de embarcaciones fluviales. La construcción de embarcaciones requiere de conocimientos especializados para lograr la máxima seguridad posible, una navegación eficiente, gran rendimiento, bajos costos y versatilidad en la navegación.

Criterios para el diseño de embarcaciones fluviales

- ⌘ Las embarcaciones deben ser adecuadas a las características del río, buscando
 - ⌘ Máxima capacidad de transporte
 - ⌘ Máxima velocidad económica, que permitan las condiciones del río
 - ⌘ Máxima distancia de navegación con la mayor carga posible
 - ⌘ Operación confiable y económica
 - ⌘ Dotación de equipos que requieran el mínimo de mantenimiento
 - ⌘ Máxima capacidad de flotabilidad y seguridad contra accidentes
 - ⌘ Máxima capacidad de navegación en condiciones de aguas bajas
 - ⌘ Dotación del mínimo de tripulación para operación
 - ⌘ Máxima economía en consumo de combustible
 - ⌘ Máxima economía en operación y mantenimiento

Características de la vía fluvial, que se deben tener en cuenta para lograr la integración río-embarcación

- ⌘ Profundidades
- ⌘ Curvas
- ⌘ Tangencias
- ⌘ Anchos
- ⌘ Corrientes
- ⌘ Pendientes
- ⌘ Características particulares de los diferentes tramos

Criterios y consideraciones de diseño

- ⌘ Sector fluvial por navegar
- ⌘ Profundidad de las aguas
- ⌘ Forma del casco
- ⌘ Materiales de construcción
- ⌘ Tipo de propulsión
- ⌘ Velocidad deseada
- ⌘ Tipo de carga por transportar
- ⌘ Suministro de electricidad
- ⌘ Costos de operación y mantenimiento
- ⌘ Automatización de la maquinaria
- ⌘ Comodidades para la tripulación

Materiales de construcción

Hoy día existe una gran variedad de materiales utilizados para la construcción de las embarcaciones; se debe, en lo posible, emplear los materiales que representen el menor peso muerto de la embarcación y los menores costos, sin sacrificar su capacidad portante y resistencia estructural. Entre los materiales más utilizados se encuentran:

- ⌘ Acero naval
- ⌘ Aluminio
- ⌘ Acero de alta resistencia
- ⌘ Fibra de vidrio
- ⌘ Madera

Análisis para el diseño de embarcaciones fluviales

- ⌘ Facilidad y seguridad de soporte técnico logístico
- ⌘ Disponibilidad de tecnología en la región o en el país
- ⌘ Disponibilidad de repuestos
- ⌘ Disponibilidad de mano de obra calificada
- ⌘ Infraestructura disponible para atender reparaciones
- ⌘ Sencillez de operación y de mantenimiento
- ⌘ Confiabilidad de operación
- ⌘ Máximo tiempo promedio entre fallas
- ⌘ Economía en costos en compra, operación y mantenimiento

Cálculo de capacidad o arqueo de las embarcaciones

La capacidad de las embarcaciones está determinada por su volumen y área disponible para ubicación de las cargas, por su capacidad de flotación y propulsión. En términos generales, su cálculo se basa en el principio de Arquímedes: "Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje hacia arriba, igual al peso del fluido que desaloja".

El proceso de arqueo puede ser tan sencillo o tan complejo, como lo es el tamaño, las características y, especialmente, la forma del casco de la embarcación. Para comprender las nociones básicas de cálculo se presentan las definiciones mínimas requeridas, así:

Eslora (E). Es la distancia medida en el eje principal de la unidad, entre las superficies interiores de los escudos de proa y popa o desde la roda hasta el codaste.

Eslora útil (Eu). Es la distancia comprendida entre los mamparos de colisión de proa y popa.

Manga (M). Es la distancia horizontal entre las superficies interiores de los costados.

Puntal de costado (Pc). Es la distancia vertical, medida en la mitad de la eslora, de la línea de la base a la superficie interior de la plancha de cubierta en el costado de la unidad.

Puntal de arqueo (Pa). Es el valor obtenido de restar del puntal de costado el valor del francobordo que corresponde a la unidad, de acuerdo con el tipo de esta.

Puntal útil (Pu). Es la distancia comprendida entre los planos máximo y mínimo de flotación.

Calado vacío (Cv). Es la distancia vertical comprendida entre el plano mínimo de flotación y la línea de base.

Calado máximo (Cm). Es la distancia vertical comprendida entre el plano máximo de flotación y la línea de base.

Franco bordo (Fb). Es la distancia vertical comprendida entre el plano máximo de flotación y la parte más baja de la cubierta al costado.

Plano máximo de flotación (Ac). Es el área de la superficie comprendida dentro de la línea de flotación, estando la embarcación a plena carga.

Plano mínimo de flotación (Av). Es el área de la superficie comprendida dentro de la línea de flotación, estando la embarcación vacía.

Desplazamiento. El desplazamiento de la unidad es el volumen comprendido entre el plano que pasa por la línea de base y el plano máximo de flotación. El desplazamiento se fracciona en:

- Desplazamiento vacío o peso de la unidad (Dv). Es el volumen comprendido entre el plano mínimo de flotación y el plano horizontal que pasa por la línea de base.
- Desplazamiento útil (Du). Es el volumen entre los planos máximo y mínimo de flotación.

Tonelaje bruto (T). Es el peso total en toneladas, tomando cada metro cúbico de desplazamiento equivalente a una tonelada (estando la embarcación en agua dulce).

Tonelaje útil (Tu). Es la capacidad de carga, tomando cada metro cúbico de desplazamiento útil equivalente a una tonelada (estando la embarcación en agua dulce).

En resumen, se puede decir que el arqueo de una embarcación consiste en conocer el volumen desplazado, que se traduce en la capacidad de flotación, es decir, de carga que puede soportar en toneladas.

Cálculo de potencia para cada tipo de embarcación

Los valores de potencia que se van estimando corresponden a un cálculo aproximado, utilizando fórmulas empíricas como las de Taylor.

Entre los factores que influyen en la eficiencia de la potencia y que se traducen, además de la capacidad de remolque, en la velocidad de la embarcación, y que por lo tanto se deben tener muy en cuenta, están:

- ⌘ Características físicas y técnicas de la embarcación o conformación del convoy
- ⌘ Profundidad y velocidad del agua en la cual se navega
- ⌘ Velocidad y sentido de los vientos
- ⌘ Características meteorológicas
- ⌘ Capacidad de remolque. Es la cantidad de toneladas brutas que puede remolcar una embarcación, es decir, el tonelaje total de desplazamiento del convoy.
- ⌘ Capacidad de explotación. Es el tonelaje bruto resultante de la suma de la capacidad remolcadora y transportadora.

Mayor información se consigue en el *Manual de instrucción para la inspección, clasificación y arqueo de embarcaciones fluviales*, elaborado por el Ministerio de Transporte.

Propiedades para que las embarcaciones puedan navegar con seguridad

- 1- Flotabilidad. Esta propiedad le permite a la embarcación flotar aunque haya sufrido una avería y entrado esta en determinados espacios interiores.
- 2- Estanqueidad. Es aquella propiedad que no permite que el agua se introduzca en el interior de la embarcación.
- 3- Estabilidad. Es la propiedad que debe tener la embarcación para volver a su posición de equilibrio cuando es sacada por una fuerza exterior, agua o viento.

- 4- Maniobrabilidad. Es aquella que le permite a la embarcación cambiar rápidamente de dirección o rumbo.
- 5- Velocidad. Es la propiedad que le permite a la embarcación trasladarse de un lugar a otro en forma rápida o lenta.
- 6- Autonomía. Es la propiedad que le permite a la embarcación navegar un determinado tiempo sin requerir aprovisionamiento de combustible.
- 7- Solidez. Es aquella propiedad que le permite a la embarcación resistir los esfuerzos externos provocados por los movimientos del agua y el viento; además, soportar los pesos propios de la carga.

Embarcación típica ideal. La embarcación típica ideal es aquella que por sus características técnicas y su capacidad ofrezca las mayores ventajas para la navegación con facilidad, la mayor seguridad a la carga y el mayor rendimiento económico, para las condiciones específicas de una hidrovía en particular.

Parámetros y criterios técnicos:

Para poder determinar la embarcación típica ideal para transportar los principales productos que se movilizan por un río es necesario fijar ciertos parámetros y criterios técnicos con respecto a la hidrovía, a los productos y a los puertos de operación.

⌘ Con respecto a la hidrovía:

Con el fin de lograr la adecuada integración hidrovía–embarcación es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros con respecto a las características de la hidrovía.

- Sector fluvial por navegar:

El sector fluvial que se desea navegar determina las condiciones técnicas de la embarcación.

- Profundidad disponible:

La profundidad disponible define el calado posible que pueden tener las embarcaciones que van a navegar el sector de la hidrovía.

- **Curvas:**

Los radios mínimos de curvatura nos delimitan la longitud de la embarcación típica para navegar en el sector. Por ejemplo, para un bote de 50 m de eslora y 12 m de manga, con un remolcador de 20 metros de eslora y 5 metros de manga, el radio mínimo requerido es de 60 metros y un canal de 40 metros de ancho.

- **Tangencias y entretangencias:**

Las tangencias y entretangencias mínimas nos limitan la velocidad de operación.

- **Anchos:**

Los anchos mínimos del canal navegable delimitan los anchos de la embarcación típica, las posibilidades de sobrepasar las embarcaciones y las velocidades de operación.

- **Velocidad de las corrientes:**

Las mayores velocidades de las corrientes del río inciden en la potencia de las embarcaciones, tanto para empujar en el sentido de subida como para sostener el convoy en el sentido de bajada; así mismo, inciden en las condiciones y en los costos de operación.

⌘ Con respecto a los productos:

Las embarcaciones, para transportar las diferentes cargas posibles, pueden tener las mismas dimensiones y capacidades, solo que deben estar estructural y técnicamente adaptadas a las condiciones propias de cada uno de los grupos de productos por transportar.

De las anteriores consideraciones surge que definidas las dimensiones y capacidades de la embarcación típica, se debe tener en cuenta el acondicionamiento para los siguientes productos:

- **Hidrocarburos y sus derivados**

Se requiere distribuir el producto en bodegas suficientemente estancas, y la embarcación debe contar con ranchos y relojas, así como con los dispositivos de aireación, ventosas y demás elementos de seguridad requeridos.

- **Hierro, acero, sus derivados y carga general**

Esta carga puede ir ubicada en cubierta, sin problema.

- **Carbón, coque y graneles**
La embarcación necesita estar acondicionada con bodegas que permitan, con facilidad, cargarla y descargarla.
- **Ganado**
Las embarcaciones necesitan estar provistas de corrales, para ubicar un número de cabezas de ganado, de tal forma que no se estropeen con los movimientos propios de la embarcación y puedan ser alimentadas durante el viaje.
- **Pasajeros**
La embarcación para el transporte de pasajeros debe contar con características especiales, que permitan el acceso y el transporte de estos con seguridad y comodidad, principalmente.

⌘ Con respecto a la operación:

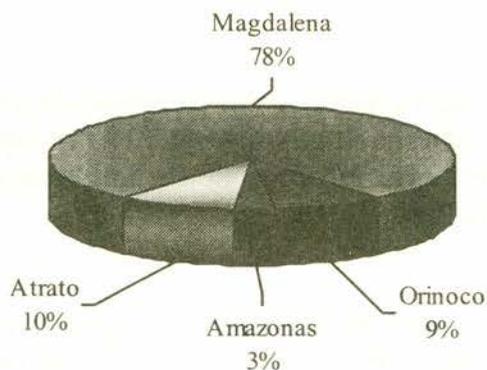
Además de los anteriores parámetros, para determinar la embarcación típica es necesario considerar aspectos que inciden en la operación y rentabilidad, tales como:

- Máxima velocidad económica, que permitan las condiciones del río
- Máxima distancia de navegación con la mayor carga posible
- Operación confiable y económica
 - ◆ Dotación de equipos que requieran el mínimo de mantenimiento
 - ◆ Máxima capacidad de flotabilidad y seguridad contra accidentes
 - ◆ Máxima capacidad de navegación en condiciones de aguas bajas
 - ◆ Dotación del mínimo de tripulación para operación
 - ◆ Máxima economía en consumo de combustible
 - ◆ Máxima economía en operación y mantenimiento
 - ◆ Forma del casco
 - ◆ Materiales de construcción
 - ◆ Tipo de propulsión

Composición y capacidad de la flota de transporte fluvial. La flota de transporte que navega por los ríos colombianos es muy variada en cuanto a sus características, formas, tamaños y capacidades; situación definida en gran parte por las condiciones de

navegación brindadas por los ríos de cada una de las cuatro cuencas fluviales del país.

Gráfico núm. 3. Distribución de la capacidad transportadora de la flota de transporte por cuencas fluviales.



Fuente: Elaboración propia con base en los datos del Anuario estadístico del Modo Fluvial.

Por ser la cuenca fluvial del Magdalena la más representativa en cuanto al número y capacidad del parque fluvial, a manera de ilustración se presenta su composición por clase de embarcaciones.

Cuadro Núm. 11. Parque fluvial en la cuenca del Magdalena.

Embarcaciones	Número	Capacidad Transportadora (t)	Capacidad Remolcadora (t)
Embarcaciones mayores			
Remolcadores	112	4.959	206.966
Botes > 25 t	514	238.640	0
Botemotor > 25 t	50	2.317	7.462
Motocanoas > 25 t	3	77	0
Lanchas > 25 t (*)	118	1.349	34.416
Dragas	16	1.968	133
Transbordadores	8	1.247	0
Transportes especiales	23	5.560	511
Total emb. mayores	844	256.117	249.488
Embarcaciones menores			
Botes < 25 t	5	88	0
Botemotor < 25 t	26	160	0
Motocanoas < 25 t	409	1.359	0

Lanchas < 25 t	11	110	0
Chalupas	799	869	0
Canoas	22	0	0
Canoas motor fuera de borda	1.176	1.481	0
Embarcaciones jet-ski	78		0
Total emb. menores	2.526	4.067	0
Buque explorador (hidrometría)	1	18	0
Total en la cuenca	3.371	260.202	249.488

Fuente: Anuario Estadístico de Transporte Fluvial 1998–1999. Ministerio de Transporte – Dirección de Transporte Fluvial – Subdirección de Tráfico Fluvial.

Por experiencia y tradición, en el caso del río Magdalena, la flota fluvial para cargas mayores ha sido diseñada para aprovechar la anchura de canal disponible y la profundidad confiable durante la mayor parte del año, para los diversos tramos. Las dimensiones típicas de las barcasas utilizadas con mayor frecuencia (95%), para el tramo entre Barrancabermeja y Cartagena, son las siguientes:

Calado máximo	2,00 m
Manga	10,00 m a 13,00 m
Eslora	45,00 m a 60,00 m

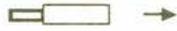
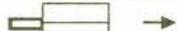
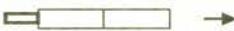
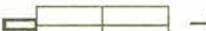
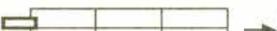
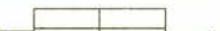
Conformación de convoyes.

De manera general, y especialmente en el río Magdalena, la carga se transporta en convoyes conformados por un remolcador y una o más unidades transportadoras (botes o gabarras).

En el gráfico siguiente se muestra la conformación y las dimensiones típicas de los convoyes. El convoy más largo (R-2B-2B-2B) alcanza una longitud total del orden de 254 m, con una anchura total de 26 m. Con los sobreamanchos necesarios para la seguridad de la operación, la anchura total mínima del canal navegable para una sola vía de este convoy debe ser de 40 m.

Como ya se conoce, el transporte de hidrocarburos y de carbón es el de mayor importancia por el río Magdalena y, por lo tanto, la flota de transporte está dedicada principalmente a él; en tal sentido, se considera importante conocer su composición específica.

Gráfico núm. 4. Nomenclatura de convoyes de carga.

Configuración	Nombre	Forma del convoy
Remolcador + una barcaza	R-B	
Remolcador + dos barcasas en paralelo (pacha)	R-2B	
Remolcador + dos barcasas en serie (puya)	R-B-B	
Remolcador + cuatro barcasas en dos hileras de a dos	R-2B-2B	
Remolcador + seis barcasas en tres hileras de a dos	R-2B-2B-2B	
Remolcador + seis barcasas en dos hileras de a tres	R-3B-3B	

Fuente: Adaptado por el Estudio de demanda del río Magdalena, del Estudio de factibilidad para el transporte intermodal por el río Magdalena, Universidad Nacional, para Cormagdalena, 2000. Revisado conjuntamente con Naviera Fluvial Colombiana S.A., junio/01.

Cuadro núm. 12. Dimensiones y conformación típicas de los convoyes más grandes que operan actualmente en el río Magdalena

Dimensiones convoy		Dorada – Berrío (*)	Berrío – B/meja (*)	B/meja – Costa Norte	Tamalameque – Costa Norte
Remolcador	Eslora (m)	22	32	36	34
	Manga (m)	4,8	6,3	11,0	10
	Potencia (hp)	800	1440	2100	1920
Barcaza	Eslora (m)	45	53	60	60
	Manga (m)	10,5	11,2	12,7	15
Longitud total (m)	Contracorriente	112	138	216	254
	Con la corriente	67	138	156	144
Ancho total (m)	Contracorriente	10,5	22,5	25,4	25
	Con la corriente	21	22,5	38,1	39
Capacidad Transportadora (t)	Contra la corriente ^a	750	2.650	5.500	6.000
	Con la corriente	-	-	6.600	7.200
Composición típica (ver Cuadro 3.20)	Contracorriente	R-B-B	R-2B-2B	R-2B-2B-2B	R-2B-2B-2B
	Con la corriente	R-2B	R-2B-2B	R-3B-3B	R-3B-3B

Fuente: Adaptado por el Estudio de demanda del río Magdalena, del Estudio de factibilidad para el transporte intermodal por el río Magdalena, Universidad Nacional para Cormagdalena, 2000. Revisado conjuntamente con Naviera Fluvial Colombiana S.A., junio/01.

^a Se indica capacidad transportadora de carga. Es diferente de la capacidad remolcadora, que incluye el peso propio de los botes del convoy.

Cuadro núm. 13. Composición de las flotas transportadoras de petróleo y carbón

Detalle	Flota petrolera	Flota carbonera	Total
Número de remolcadores	21	9	30
Botes (planchones) tipo	Tanques	Planchones	
Número de botes (notas 1 y 2)	106	25	131
Capacidad (t)	1.000 a 1.200	1.000 a 1.200	
Capacidad transportadora total (t)	161.000	27.500	188.500

Fuente: Federación Nacional de Navieros – Fedenavi-, junio de 2000.

Nota 1. Hay en servicio dos botes nuevos, acondicionados para transporte alternativo de cereales e hidrocarburos, con diseño similar a los usados en el Columbia – Snake River de los Estados Unidos.

Nota 2. Sesenta de los botes o planchones pueden ser acondicionados para transportar cereales en el trayecto hacia aguas arriba. Los restantes 71 planchones pueden subir, sin acondicionamientos especiales, cargas como fertilizantes, contenedores, carga general y de proyecto.

De similares condiciones, pero con menor capacidad, son los equipos de transporte fluvial de carga en los ríos de las otras cuencas fluviales, especialmente en el Orinoco y Amazonas; por el río Atrato no es común el transporte de carga en convoyes, sino en unidades individuales, con denominación de lanchas.

Para el transporte fluvial de pasajeros son utilizadas embarcaciones de diferente tamaño y materiales, generalmente de fibra de vidrio con motores fuera de borda, las cuales hoy día cuentan con muy especiales comodidades de servicio al pasajero.

Los productos

La necesidad de movilización de las diferentes clases de carga y de pasajeros es lo que origina el tráfico de embarcaciones y es la razón de ser de la navegación y del transporte fluvial, por lo cual se analizan algunos componentes básicos.

Clase y volumen de productos movilizados. El fluvial es un medio de transporte que brinda grandes ventajas comparativas frente a otros posibles modos, para grandes volúmenes a largas distancias. Por lo tanto,

los productos que se transportan no son perecederos y, por lo general, se manejan cargas de origen mineral y otras de comercio internacional, especialmente cuando tienen volúmenes o pesos unitarios grandes y cuya capacidad de pago es baja.

Estadísticas de transporte

Para conocer la clase y el volumen de transporte fluvial que se moviliza por los ríos colombianos se hace necesario recurrir a los datos estadísticos.

La Dirección General de Transporte Fluvial del Ministerio de Transporte recopilaba la información relacionada con las estadísticas de transporte del modo fluvial; a continuación se presenta la información disponible para 1999, que ilustra de alguna forma las clases y volúmenes de cargas movilizadas de forma tradicional por los ríos de Colombia.

Cuadro núm. 14. Movimiento portuario (entradas + salidas) de transporte fluvial año 1999

CUENCAS	Magdalena	Atrato	Orinoco	Amazonas	TOTAL
Carga general (t)	1.778.061	2.668.159	103.194	39.654	4.589.068
Hidrocarburos (t)	2.824.397	14.456	11.746	31.761	2.882.360
Carga total (t)	4.602.458	2.682.615	114.940	71.415	7.471.428
Pasajeros (personas)	4.297.282	548.682	650.894	144.707	5.641.565
Ganado (cabezas)	29.909	14.341	50.786	589	95.625

Fuente: Anuario Estadístico del Transporte Fluvial 1998–1999 Mintransporte.

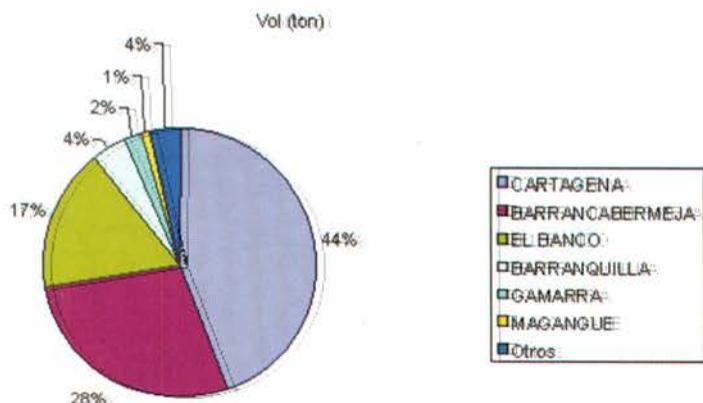
Como se puede apreciar, la cuenca fluvial del Magdalena es la que moviliza la mayor cantidad de carga fluvial en el país, en cuanto al número de toneladas. Infortunadamente, no se cuenta con datos de toneladas–kilómetro, pasajeros–kilómetro o de cabezas de ganado–kilómetro, que son los verdaderos indicadores de transporte.

Transporte fluvial de carga

Los puertos fluviales con mayor movimiento de carga en el río Magdalena son Tamalameque, Barrancabermeja y Cartagena, por donde se moviliza carbón e hidrocarburos. Los puertos de Barranquilla y Gamarra también tienen una participación importante en la

movilización de carga en el río, tal como se puede observar en el gráfico número 5.

Gráfico número 5. Grado de participación de los puertos del río Magdalena en el



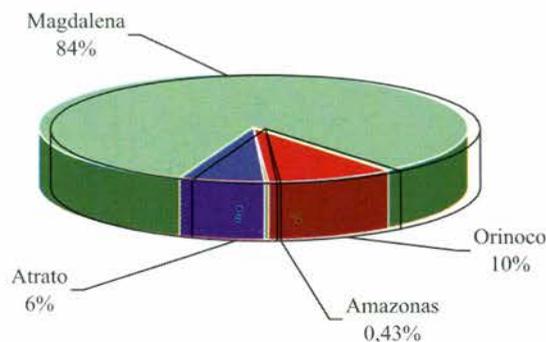
Fuente: Elaboración propia, a partir de las cifras del Anuario Estadístico del Modo Fluvial.

En el mapa número 2 se muestra la localización de los principales puertos sobre el río Magdalena, describiendo el volumen y la participación por producto en cada uno de ellos.

Por su volumen, los hidrocarburos constituyen la mayor carga movilizada por el río Magdalena, que se efectúa entre Barrancabermeja y Cartagena.

Transporte fluvial de pasajeros

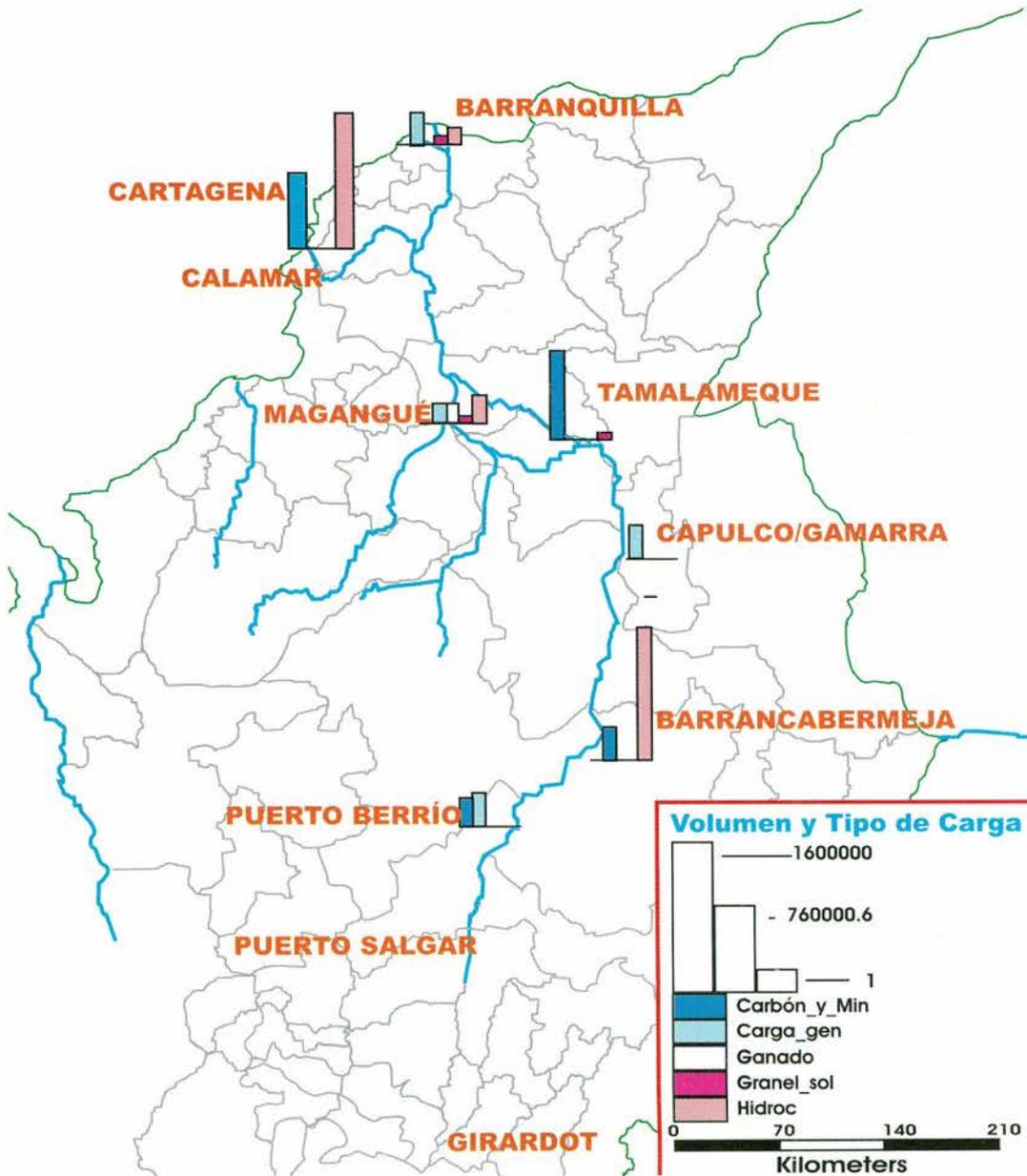
Gráfico número 6. Movimiento fluvial de pasajeros (2001)



Movimiento fluvial total = 5.903.840

Fuente: Elaboración propia, a partir de las cifras del Anuario Estadístico del Modo Fluvial.

Mapa 2. Participación de los puertos del río Magdalena en el movimiento de la carga.

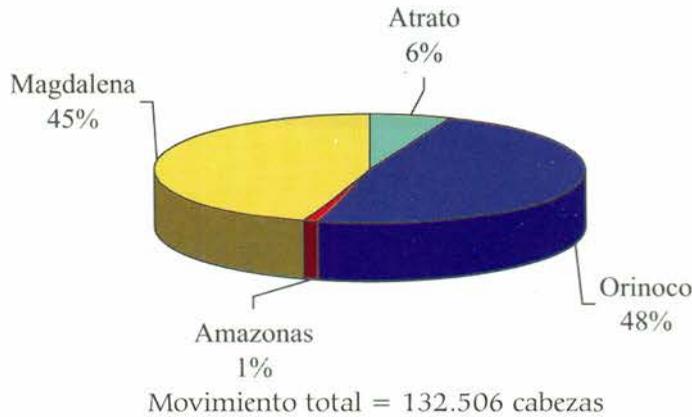


Fuente: Estudio de demanda del río Magdalena

El transporte fluvial de pasajeros es muy importante en Colombia, no tanto por su volumen, sino por su aspecto de integración y servicio social, especialmente en aquellas regiones en donde no existen otras formas de desplazamientos, que son prácticamente las tres cuartas partes del territorio nacional.

Transporte fluvial de ganado

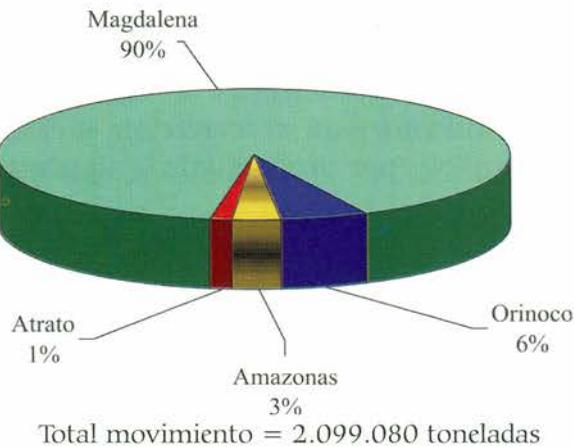
Gráfico núm. 7. Movimiento fluvial de ganado (2001)



Fuente: Elaboración propia, a partir de las cifras del Anuario Estadístico del Modo Fluvial.

El Movimiento de ganado es bien importante en la región de los llanos orientales y en aquellos sitios del país en donde no existen otros modos de transporte.

Gráfico núm. 8. Movimiento fluvial de hidrocarburos (2001)

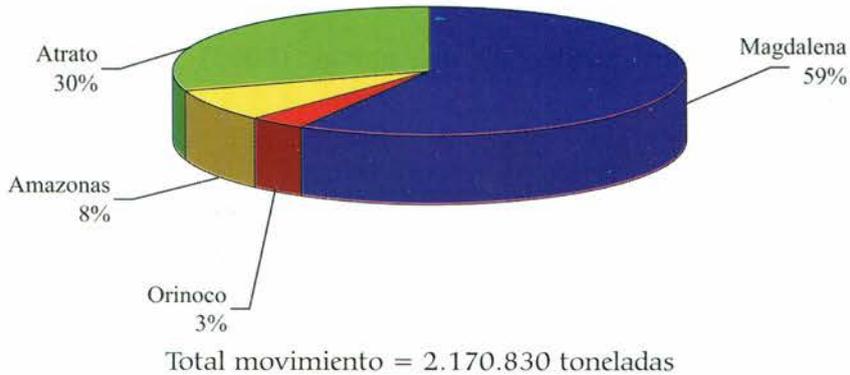


Fuente: Elaboración propia, a partir de las cifras del Anuario Estadístico del Modo Fluvial.

Transporte fluvial de hidrocarburos

Como se puede observar, la cuenca fluvial del Magdalena moviliza el 90% de la carga fluvial de hidrocarburos en el país.

Gráfico núm. 9. Movimiento de carga general (2001)



Fuente: Elaboración propia, a partir de las cifras del Anuario Estadístico del Modo Fluvial.

Carga fluvial general

La carga general está constituida principalmente por víveres, para el aprovisionamiento de los habitantes de los puertos y regiones contiguas a las hidrovías.

⌘ Coeficiente de irregularidad

Debido a las deficiencias encontradas en los datos estadísticos de fuentes primarias y secundarias, por efectos de subregistro y deficiente recopilación y procesamiento, para su corrección, se calcula el coeficiente de irregularidad por año y por producto de la siguiente forma:

$$K_i = [P / M] > 1$$

En donde:

K_i : Coeficiente de irregularidad

P: Movimiento en mes pico (t)

M: Movimiento promedio mensual (t)

Por lo general, se observan en el río índices más elevados en el transporte de carga que los que se producen en sistemas de transporte de otros países que, por lo general, no sobrepasan valores de 1,5, excepto en los movimientos de cargas agrícolas donde los niveles superan índices de 2 en el plano internacional.

Demanda de transporte fluvial. La demanda de transporte es la que fija la necesidad y la importancia de cada modo de transporte y de ahí su necesidad de encontrar formas de conocerla con la mayor exactitud posible. Existen diferentes formas de medir la demanda para llegar a valores aproximados; dentro de estas formas existen diferentes modelos matemáticos para lograrlo, el mayor o menor grado de aproximación está en el suministro de la información básica.

Para el caso colombiano, la mayor dificultad no radica en la obtención del modelo, sino en poseer los datos suficientes, adecuados y reales para alimentar el modelo seleccionado. Por lo tanto, seleccionado el modelo para medir la demanda es necesario lograr una adecuada calibración, con relación a las condiciones, parámetros y criterios específicos, para una región y para un estudio en particular.

Parámetros de calibración de un modelo de la demanda. Para la calibración del modelo de transporte se hace necesario hacer una descripción de los indicadores y parámetros básicos utilizados tanto para la modelación de la hidrovía como para la modelación de las redes de transporte en la región de estudio, involucrando aspectos relacionados con la hidrovía, los puertos, los modos fluvial, marítimo y carretero; además se analizan las características tanto generales como particulares, en este caso del modelo STAN y su aplicación.

Por no contar con diversas investigaciones al respecto y con el fin de ilustrar el proceso, es necesario recurrir como ejemplo práctico al realizado por el Consorcio Econometría - Cal Y Mayor, con participación del autor, para el *Estudio de demanda del río Meta*.

Caracterización del río Meta. El río Meta presenta las siguientes características:

Longitud entre Puerto López y Puerto Carreño = 851 km.

Cuadro núm. 15. Características de las embarcaciones típicas actuales para los diferentes productos en el río Meta

CARACTERÍSTICAS DE LAS EMBARCACIONES TÍPICAS ACTUALES	CARGA GENERAL *		GANADO		PASAJEROS
	UNIDAD PROPULSORA	UNIDAD TRANSPORTADORA	UNIDAD PROPULSORA	UNIDAD TRANSPORTADORA	UNIDAD TRANSPORTADORA
Eslora (m)	22,95	50,00	2310	3685	7,60
Manga (m)	5,35	13,60	4,75	7,55	1,87
Puntal Costado (m)	1,58	1,52	1,02	1,18	0,75
Puntal útil (m)	0,60	1,02	0'24	0'58	0,30
Calado total (m)	1,28	1,22	0,72	0,88	0,40
Desplazamiento vacío (t)	60,57	112,20	4341	6631	0,49
Potencia (hp)	750	---	380	----	200
Capacidad remolcadora (t)	1.711	----	943	----	---
Capacidad transportadora (t)	--	635	----	146(417 cabezas)	18 pasajeros
Fecha construcción	Julio 15/ 76	Noviembre 28/79	Agosto 8 /76	Mayo 10 /81	1999

Fuente: Estudio de demanda del río Meta. Selección propia a partir del análisis de las planillas de carga.

Capacidad teórica potencial de transporte en condiciones ideales del canal navegable = 9.366.524 toneladas/año.

Carga total transportada en el año 2000 = 36.645.74 toneladas/año = 704.73 toneladas/semana.

Coefficiente de utilización del río Meta en el año 2000 frente a la capacidad teórica potencial de transporte en condiciones ideales del canal navegable = $0,0039 = 0,39\%$.

Productos transportados. Se agrupan en: carga general (hierro, carbón, aceite de palma); carga mixta (víveres, otras cargas y pasajeros); ganado y pasajeros.

No existen embarcaciones especialmente construidas para el transporte de carga a granel, refinados, carbones y minerales y carga semigranel; estas cargas son transportadas en las embarcaciones en que se transporta la carga general.

Parámetros y criterios de selección de los principales puertos del río Meta

Para seleccionar los puertos del río Meta, se establecieron los siguientes parámetros y criterios:

⌘ Representación geográfica

De manera particular, y como punto fundamental, se tuvo en cuenta que los puertos seleccionados representaran a todas las zonas, regiones, municipios y departamentos del área de influencia del río Meta.

⌘ Ubicación, distancia y tiempos de viaje

En segundo lugar, se tuvo en cuenta la ubicación con respecto a la abscisa a partir de Puerto Carreño, la distancia entre puertos seleccionados, la margen del río y el tiempo de viaje con una velocidad promedio de 15 kilómetros por hora, para las embarcaciones de carga general y de ganado; 20 km/hora, para carga mixta, y 55 km/hora, para las embarcaciones dedicadas al transporte de pasajeros.

Cuadro núm. 16. Puertos del río Meta seleccionados como centroides para el Modelo de Transporte

CARACTERIZACIÓN	Pto. López	Cabuyaro	La Poyata	Pto. Gaitán	Orocué	Sta. Rosalía	Banco (Trinidad)	La Primavera	La Hermosa (Vuelta Mala)	Cravo Norte	Nueva Antioquia	Pto. Carreño
DEPARTAMENTO	Meta	Meta	Casanare	Meta	Casanare	Vichada	Casanare	Vichada	Casanare	Arauca	Vichada	Vichada
MUNICIPIO	Pto. López	Cabuyaro	Maní	Pto. Gaitán	Orocué	Sta. Rosalía	Trinidad	La Primavera	Paz de Ariporo	Cravo Norte	La Primavera	Pto. Carreño
ABSCISA	851	804	702	688 *	582	504	512 **	430	430	392 ***	271	0
DISTANCIA ENTRE PUERTOS KMS (con relación al anterior)	47	102	14	106	78	8	82	0	309	121	271	0
MARGEN	I	I	I	D	I	D	D	I	I	I	4,0	D
MUELLE (longitud-metros)	180	60	40	15	38	5	40	150	62,0	2,7	400,0	11.700
ÁREA PATIOS (m2)	5.200	20	400	90	152	200	120	1.200	186,0	320,0		
CATEGORÍA	N	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	I
CONECTIVIDAD OTROS MODOS DE TRANSPORTE	Carretera: Villavicencio-Pto. López, pavimentada, 79 km, Nal.	Carretera: Villavicencio-Puerto Porfía-Cabuyaro, 118 km, afirmado, Dptal. Carretera: Barranca de U p í a / Paratebueno, Cabuyaro, 55 km, Dptal, afirmado.	Carretera: Aguazul-Maní-La Poyata, afirmado, 118 km, Dptal.	Pto. López-Pto. Gaitán, pavimentada 66, y afirmada 46, Dptal.	Parte de la marginal de la Selva en el Pretexto-Sta. Ana-Orocué, 123 km en destapado, Dptal.	Pto. Gaitán-Sta. Rosalía, 230 km afirmado-destapado, Nal y Dptal.	Pore-Trinidad-El Banco, 168 km, afirmado-destapado, Dptal.	Sta. Rosalía-La primavera, 70 km, afirmado-destapado, Dptal.	Paz de Ariporo-La Hermosa, 214 km, afirmado-destapado, Dptal.	Arauca - Cravo Norte, 131 km, afirmado-destapado, Dptal.	La Primavera - Nueva Antioquia, aprox. 175 km, destapado, Dptal.	Pto. Gaitán - Pto. Carreño, aprox. 680 km destapado, Dptal

Fuente: Estudio demanda de transporte río Meta. Elaboración a partir de los trabajos de campo.

* Pto. Gaitán, sobre el río Manacacías, km 668 + 010

** El Banco, sobre el río Pauto, km 504 + 008

*** Cravo Norte, sobre el río Casanare, km 323 + 069

⌘ Conectividad con otros modos de transporte

La conexión a los puntos de origen y destino, que permitan la complementación del transporte fluvial por medio de la carretera para permitir la entrega de los productos puerta a puerta, fue otro de los aspectos de gran importancia que se tuvieron en cuenta.

⌘ Cantidad y característica de la carga transportada

También se tuvo en cuenta la cantidad de la carga movilizada en los diferentes puertos o embarcaderos existentes a lo largo del río Meta, que reportaron movimiento, de acuerdo con el análisis de las planillas de carga y otras consideraciones desarrolladas a partir de los trabajos de campo.

⌘ Infraestructura portuaria y categoría

Para la selección de los puertos se consideró la infraestructura portuaria que existe en el momento y se le asignó las categorías como puertos de carácter regional (R), si la carga que se moviliza por dicho puertos se genera y se consume en el área de influencia; nacional (N), si la carga entrada o salida del puerto tiene su origen o destino fuera del área de influencia del río Meta, y de carácter internacional, si la carga que entra o sale del puerto tiene su origen o destino fuera de Colombia.

El tema del estudio de la demanda de transporte es bien complejo y depende de múltiples factores que es necesario tratarlos de manera particular, lo cual no se ha considerado dentro del objetivo del presente documento; se espera sí, con la información anterior, haber dejado la inquietud para la ejecución de investigaciones profundas, acordes con la importancia del tema.

La administración y operación del transporte fluvial

Analizados los componentes correspondientes a las hidrovías, a las embarcaciones y a los productos, analizaremos el relacionado con la administración y operación del transporte fluvial.

Ventajas del transporte fluvial. El transporte fluvial representa importantes ventajas frente a los otros modos de transporte, especialmente para movilizar grandes volúmenes de cargas (no

percederas) a largas distancias (más de 500 kilómetros); entre las principales están:

- ⌘ Mayores volúmenes transportados por equipo
- ⌘ Menores consumos de combustible por unidad de carga movilizada
- ⌘ Menores costos de transporte por t/km
- ⌘ Menor contaminación (aire, ruido, etc.)
- ⌘ Mayor vida útil de los equipos
- ⌘ Menor accidentalidad y pérdida de carga

La autoridad fluvial en Colombia. Corresponde a la autoridad fluvial, de acuerdo con el Decreto 2171 de diciembre 30 de 1992, ejercer la política del Gobierno nacional en materia de transporte, tránsito e infraestructura fluvial; aplicar la regulación, sancionar a los infractores por violaciones a las normas; planear, dirigir y controlar los programas de encauzamientos, dragado, conservación, operación y señalización de las vías fluviales navegables. Dirigir y controlar la administración de los puertos a cargo de la nación.

El Ministerio de Transporte. El Ministerio de Obras Públicas y Transporte fue creado mediante el Decreto 07 del 17 de enero de 1905 y reestructurado en varias ocasiones; la más importante se dio a través del Decreto 2171 del año 1992, que lo transformó, limitando sus funciones a la coordinación del Sistema Nacional del Transporte, excluyéndose las obras públicas. Por otra parte, el Decreto 2053 del 23 de julio de 2003 modificó la estructura del ministerio y dictó otras disposiciones.

El Ministerio de Transporte tiene como objetivo primordial la formulación y adopción de políticas, planes, programas, proyectos y regulación económica en materia de transporte, tránsito e infraestructura de los modos de transporte carretero, marítimo, fluvial, férreo y aéreo y la regulación técnica en materia de transporte y tránsito de los modos carretero, marítimo, fluvial y férreo.

El sector transporte está integrado por el Ministerio de Transporte, sus entidades adscritas y la Dirección General Marítima del Ministerio de Defensa Nacional, Dimar, en los términos de la Ley 105 de 1993.

Dirección General de Transporte. El artículo 4 del Decreto 3112 de diciembre 30 de 1997 señala: La autoridad fluvial nacional es el

Ministerio de Transporte. El Ministerio de Transporte ejercerá las funciones propias de la autoridad fluvial nacional en forma directa o a través de la Dirección General de Transporte Fluvial, de las Divisiones de Cuencas Fluviales o de las Inspecciones Fluviales.

En la última reestructuración del Ministerio de Transporte se suprimió la Dirección General de Transporte Fluvial y las Intendencias Fluviales; las funciones de esta las asumió la Dirección General de Transporte.

Superintendencia General de Puertos y Transporte. De acuerdo con el Decreto 1016 de 2000, la Superintendencia de Puertos y Transporte (SGP), que fue creada por la Ley 1.^a de 1991 (artículo 25), es un organismo de carácter administrativo y técnico, adscrito al Ministerio de Transporte, que goza de autonomía administrativa y financiera, con competencia respecto de las actividades portuarias relacionadas con los puertos, embarcaderos, muelles costeros y en aquellas partes de los ríos donde Colpuertos tenía instalaciones. Así mismo, sobre los puertos y terminales fluviales que se encuentren como máximo a treinta kilómetros de su desembocadura al mar.

Corresponde a la Superintendencia de Puertos y Transporte ejercer las funciones de inspección, control y vigilancia que le corresponde al presidente de la República, como suprema autoridad administrativa, en materia de puertos, de conformidad con la Ley 01 de 1991, y en materia de tránsito, transporte y su infraestructura, de conformidad con la delegación prevista en el Decreto 101 del 2 de febrero de 2000.

La Superintendencia General de Puertos modificó su denominación por la de Superintendencia de Puertos y Transporte (Supertransporte), a través del Decreto 101 de 2000, mediante el cual se delegó en ella las funciones de inspección, control y vigilancia del servicio público de transporte atribuidas por el artículo 189 de la Constitución Política al presidente de la República.

Cormagdalena. La Corporación Autónoma del Río Grande de la Magdalena (Cormagdalena) es una Empresa Industrial y Comercial del Estado; fue creada por el artículo 331 de la Constitución Política de 1991 como entidad encargada “de la recuperación de la navegación, de la actividad portuaria, la adecuación y la conservación de tierras, la generación y distribución de energía y el aprovechamiento y

preservación del ambiente, los recursos ictiológicos y demás recursos naturales renovables". Tiene como objetivos principales:

- ⌘ La recuperación de la navegación y de la actividad portuaria
- ⌘ La adecuación y conservación de tierras
- ⌘ La generación y distribución de energía

El artículo décimo de la ley anteriormente referida le señala, en relación con la actividad fluvial, como funciones y facultades las de: "Ejercer las funciones correspondientes a la Dirección General de Navegación y Puertos y a las Intendencias Fluviales del Ministerio de Transporte, para los efectos de la navegación y la actividad portuaria en la totalidad del Río Magdalena y sus conexiones fluviales, excepto las relativas a la reglamentación y control del tráfico fluvial, que continuará siendo de competencia de dicha Dirección".

Lo anterior quiere decir que a Cormagdalena le corresponde velar por la hidrovía, administrar y operar los puertos y demás instalaciones portuarias, las relativas a la navegación, a excepción de la reglamentación y el control del tráfico fluvial.

La reglamentación fluvial. Existe la reglamentación de orden jurídico relacionada con el desarrollo de la actividad de la navegación y del transporte fluvial y la reglamentación técnica relacionada con la construcción de embarcaciones fluviales y su navegabilidad.

Reglamentación jurídica. La reglamentación jurídica es muy amplia; a continuación se señala en su orden de expedición, a partir de 1975.

Antecedentes:

La Dirección General de Navegación y Puertos del Ministerio de Obras Públicas, en el año de 1974, ejecutó la tarea de recopilar y estudiar cuidadosamente la cantidad de leyes, decretos y resoluciones que se habían recibido del Instituto Nacional del Transporte INTRA, y después de un análisis jurídico y práctico decidió elaborar un documento con los siguientes criterios:

- ⌘ Que fuera un Estatuto Marco que compendiará toda la legislación vigente a la fecha.

- ⌘ Elevar este Estatuto Marco al nivel de Ley, que pudiera ser reglamentada, evitando la proliferación de normas sueltas.

Con el transcurrir del tiempo se obtuvieron las siguientes versiones:

- ⌘ Estatuto Nacional de Navegación Fluvial, Decreto Ley núm. 1661 de 1975.
- ⌘ Estatuto Nacional de Navegación Fluvial, Decreto Ley núm. 2501 de 1986.
- ⌘ Estatuto Nacional de Navegación Fluvial, Decreto Ley núm. 2689 de 1988.

Nota: Estas leyes, por múltiples circunstancias, nunca fueron reglamentadas.

Cuadro núm. 17. Relación de normas jurídicas actuales

Resolución 11234 del 15 de diciembre de 1976	Por medio de la cual se actualiza el reglamento de luces, señales de navegación y se crean normas sobre tráfico fluvial.
Decreto 2689 del 29 de diciembre de 1988	Por el cual se crea el Estatuto Nacional de Navegación Fluvial y se dictan normas sobre navegación fluvial para el territorio nacional (dentro del trámite de reglamentación para la Ley 336 de 1996, figuran las condiciones para obtener la habilitación de empresas de transporte fluvial).
Ley 105 de diciembre 30 de 1993	Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la nación y las entidades territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones.
Ley 161 de 1994	Por la cual se estructura la Corporación Autónoma del Río Grande de la Magdalena. Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Transporte
Ley 336 diciembre 20 de 1996	Por el cual se reglamenta la habilitación y la prestación del servicio público de transporte fluvial.
Decreto 3112 de diciembre 30 de 1997	Por la cual se establecen las cantidades mínimas que deberán cubrir las pólizas de seguros relacionadas con el artículo 28 del Decreto 3112 del 30 de diciembre de 1997.

Resolución 3666 del 23 de noviembre de 1998	Por la cual se establecen las cantidades mínimas que deberán cubrir las pólizas de seguros relacionadas con el artículo 28 del Decreto 3112 del 30 de diciembre de 1997.
Resolución 000664 del 13 de abril de 1999	Por la cual se expide el reglamento de construcción de obras fluviales.
Resolución 0000665 del 13 de abril de 1999	Por la cual se expide el reglamento para el funcionamiento de astilleros y talleres fluviales.
Resolución 0000666 del 13 de abril de 1999	Por la cual se expide el reglamento de luces y señales de navegación fluvial.
Resolución 0000667 del 13 de abril de 1999	Por la cual se adoptan como reglamentos los manuales de señalización fluvial, balizaje fluvial, seguridad y sanidad fluvial para embarcaciones mayores, y seguridad y sanidad fluvial para embarcaciones menores.
Resolución 0000668 del 13 de abril de 1999	Por la cual se expide el reglamento de operación de transbordadores y prestación de servicios de trasbordo.
Resolución 0002104 del 15 de octubre de 1999	Por la cual se expide el reglamento de las embarcaciones mayores, las cuales registrarán en el territorio Nacional.
Resolución 0002105 del 15 de octubre de 1999	Por la cual se expide el reglamento para embarcaciones menores, que rige en el territorio nacional.
Resolución 0002106 del 15 de octubre de 1999	Por la cual se expide el reglamento para puertos, muelles y bodegas en el modo fluvial.
Resolución 0002107 del 15 de octubre de 1999	Por la cual se expide el reglamento de tripulaciones y dotaciones de las embarcaciones fluviales.
Resolución 0003201 del 28 de diciembre de 1999	Por la cual se fijan las tarifas de servicio público de transporte fluvial de pasajeros en la división cuenca fluvial del Magdalena.
Decreto núm. 101 del 2 de febrero de 2000	Por el cual se modifica la estructura del Ministerio de Transporte y se dictan otras disposiciones.
Resolución núm. 668 del 13 de abril de 2000	Por medio de la cual se expide el reglamento de operación de transbordadores y prestación de servicio de trasbordo.
Decreto núm. 1016 del 6 de junio de 2000	Por el cual se modifica la estructura de la Superintendencia de Puertos y Transporte.
Decreto núm. 1347 del 12 de julio de 2000	Por el cual se modifica la planta de personal de la Superintendencia de Puertos y Transporte y se dictan otras disposiciones.
Decreto núm. 1402 del 17 de julio de 2000	Por el cual se adiciona el Decreto 101 de 2000, se modifica el Decreto 540 de 2000 y se dictan otras disposiciones.
Resolución núm. 2406 del 28 de julio de 2000	Por la cual se adiciona la Resolución núm. 0592 del 31 de marzo de 2000, que adoptó el Manual de funciones y requisitos mínimos del Ministerio de Transporte.

Las leyes anteriores definían aspectos relacionados con:

- ⌘ Las empresas de navegación
- ⌘ El armador
- ⌘ Los agentes fluviales
- ⌘ Los seguros fluviales
- ⌘ Los astilleros
- ⌘ Los turnos
- ⌘ La propiedad y matrícula de las embarcaciones
- ⌘ La tripulación y bracería
- ⌘ La operación portuaria
- ⌘ El contrato de transporte
- ⌘ La clasificación de la carga
- ⌘ Normas generales de procedimiento
- ⌘ Las sanciones y multas

El Decreto 3112 del 30 de diciembre de 1997 delegó nuevamente las funciones de la reglamentación fluvial al Ministerio de Transporte, originando de nuevo la proliferación de resoluciones; es decir, de acuerdo con el criterio del autor, permitió un retroceso de más de veinte años. Entre las resoluciones más destacadas se encuentran:

Reglas de navegación y de tráfico fluvial. De acuerdo con el artículo 7 del Decreto núm. 3112 de 1997, las vías fluviales pueden ser navegadas libremente por toda clase de embarcaciones, previo el lleno de los requisitos establecidos en la Ley, en este decreto y en las demás normas relacionadas con la navegación.

Esta reglamentación establece los ámbitos de aplicación, presenta algunas definiciones, establece la autoridad fluvial, da normas específicas sobre las vías fluviales y su uso, sobre las empresas de transporte fluvial, su clasificación y habilitación, sobre el transporte de pasajeros y de carga, sobre los seguros en el transporte fluvial y sobre la matrícula de las embarcaciones y los permisos de operación, y establece algunas disposiciones finales.

Seguridad industrial y sanidad fluvial. El Ministerio de Transporte, por medio de la Resolución núm. 667 del 13 de abril de 1999, adoptó como reglamentos los Manuales de Señalización

Fluvial, Balizaje Fluvial, Seguridad y Sanidad Fluvial para embarcaciones mayores y menores.

El Manual de Seguridad Industrial y Sanidad Fluvial especifica lo concerniente a:

- ⌘ Medidas de seguridad para la embarcaciones fluviales
- ⌘ Prevención de accidentes
- ⌘ Prevención de incendios
- ⌘ Normas generales de seguridad industrial en cargues y descargues
- ⌘ Normas generales sobre sanidad y salud ocupacional
- ⌘ Primeros auxilios

Reglamento de luces y señales de navegación fluvial. El Reglamento de luces y señales de navegación fluvial fue expedido por el Ministerio de Transporte por medio de la Resolución núm. 666 del 13 de abril de 1999, que se aplica a todas las embarcaciones fluviales que naveguen en los ríos, canales, lagos, esteros y ciénagas de la República de Colombia. Este Reglamento especifica lo concerniente a:

- ⌘ Generalidades, definiciones sobre luces y señales en puerto
- ⌘ Luces y señales de navegación
- ⌘ Señales sonoras y complementarias visuales

Proceso cultural del uso de las vías fluviales. El desarrollo de la reactivación de la navegación y del transporte fluvial en términos generales hay que entenderlo como un proceso cultural.

El proceso de conservación y de utilización de los ríos está ligado a la cultura de transporte que ha tenido el país en los últimos años, en los cuales ha existido un completo abandono y olvido por parte del Estado hacia las vías fluviales; es tan profundo el abandono, que en el ámbito del común de los ciudadanos, de las universidades y hasta en el interior del propio Gobierno, la denominación de «vías» se le ha dado exclusivamente a las carreteras.

La mayor parte de los dueños de la carga y de los comerciantes en general no conocen otra forma de movilización distinta al modo carretero; para ellos, la navegación fluvial fue algo del pasado, de la época de la Conquista y de la Colonia.

En las áreas de influencia directa de los ríos no existen producciones agrícolas y ganaderas de gran magnitud, ni fábricas que produzcan y demanden movilización, se reducen a productos agrícolas prácticamente de subsistencia y a elementos de primera necesidad para la escasa población asentada en sus orillas.

La carga que tiene alguna repercusión de importancia en la navegación y en el transporte fluvial la constituyen productos que tienen origen y destino en sitios diferentes a los ríos y, por lo tanto, está expuesta a ser transportada por carretera y no por los medios que le brinde mayores ventajas económicas y de oportunidad, por la inexistencia de un transporte intermodal.

Pasado el auge de la navegación por el río Magdalena, por la aparición del ferrocarril y, especialmente, por la flexibilidad de las carreteras, la decadencia llegó a tal punto que los esfuerzos hechos en época posterior por el Gobierno no resistieron los avatares del tiempo y prácticamente solo subsisten algunas pocas empresas, entre ellas las más representativas: la Naviera Fluvial Colombiana y la Empresa Carbonera, gracias a que cuentan con cargas prácticamente cautivas. Similar situación sucedió en los ríos Meta y Putumayo, en donde, para salvar la navegación, primero se creó la empresa comercial del Estado: NAVENAL, que posteriormente fue reemplazada por SENAR, creadas para prestar servicio de transporte subsidiado, pero que se fueron a la quiebra por malos manejos administrativos; hoy no son más de dos las empresas que prestan servicio de transporte de carga en aceptables condiciones. En el río Atrato no se han desarrollado empresas de importancia.

Por lo anterior, la reactivación de la navegación fluvial es un proceso de orden cultural que tomará muchos años y que dependerá en gran medida del monto y agilidad de las inversiones que haga el Gobierno (sin esperar retribución inmediata de orden económico, pues tales inversiones estarían orientadas más hacia la retribución social y el cambio metal); de los incentivos que se den para fomentar la producción agrícola y ganadera y para la creación de empresas o fábricas en el área de influencia; de ganar la confianza perdida y dar completa credibilidad a los usuarios del transporte; de incentivar los programas de investigación, situación que se genera poco a poco a base de experiencias exitosas, y, especialmente, de asegurar la paz, la tranquilidad y garantizar la movilización sin contratiempo.

El sistema operativo del transporte fluvial. El sistema operativo del transporte fluvial tiene relación con:

- ⌘ La organización operativa para la prestación del servicio
- ⌘ La planificación del tráfico
- ⌘ La supervisión y coordinación del tráfico
- ⌘ Las rutas y los horarios
- ⌘ La infraestructura necesaria
- ⌘ Los equipos de transporte
- ⌘ Los costos de transporte
- ⌘ Los eventos especiales
- ⌘ Las estadísticas de transporte

Departamento de tráfico. Es la Unidad Productiva, cuyos principales objetivos son:

- ⌘ Operar un sistema adecuado de transporte de pasajeros, para servir al público.
- ⌘ Establecer recorridos, itinerarios y horarios adecuados a las necesidades y hábitos de los pasajeros.
- ⌘ Preocuparse por alcanzar la rentabilidad óptima en los servicios ordinarios, mediante la utilización racional y eficiente de la mano de obra y de los vehículos de la cooperativa.
- ⌘ Mantener relaciones con las entidades oficiales.

Así mismo, se utilizan manuales que establecen:

- ⌘ Funciones del jefe de tráfico
- ⌘ Funciones del despachador
- ⌘ Funciones del inspector de rutas
- ⌘ Funciones de la tripulación

3.4.5.1 *Organización empresarial.* Nadie duda de que la eficiencia y la eficacia de la navegación y del transporte fluvial están estrictamente relacionadas con el nivel de organización empresarial, por lo cual requiere de esfuerzos prácticos y contundentes al respecto.

Clases de empresas de transporte y sus características

Privadas. En las que uno o más propietarios de vehículos se dedican a su explotación, con permiso de la autoridad respectiva, a fin de obtener un rendimiento de capital.

Mixtas. Conformadas con capital privado y aportes del Gobierno nacional.

Cuadro núm. 18. Relación de la cantidad de empresas de transporte fluvial.

C A R G A			P A S A J E R O S		
CUENCA	EMPRESAS	HABILITADAS	CUENCA	EMPRESAS	HABILITADAS
Magdalena	35	7	Magdalena	31	6
Atrato	0	0	Atrato	2	0
Orinoco	11	1	Orinoco	5	5
Amazonas	31	6	Amazonas	10	0
TOTAL	77	14	TOTAL	48	11

Fuente: Anuario Estadístico de Transporte Fluvial.

Cooperativas. Empresas conformadas mediante el aporte de acciones y administradas por los socios, con el fin de obtener un bienestar común.

Cuadro núm. 19. Empresas de transporte existentes en el río Magdalena y flota de transporte.

Empresas	Núm. de Remolcadores	Capacidad Remolcadora (t)	Núm. de Botes	Capacidad Transportadora (t)
Naviera Fluvial Colombiana	15	44.508	82	65.966
Transportes Gelves	6	19.020	14	9.932
Carbones del Caribe	5	17.856	17	11.606
Transportes Fluviales	6	17.715	15	9.892
Bernardo Monsalve	3	9.113	10	6.651
Agencia Rápida	2	6.989	7	3.582
Mármoles y Cementos de Nare	6	6.793	10	3.991
Troncal Ltda.	3	4.204	3	1.879
Jairo Restrepo	1	4.073	3	1.445
Cosme Madariaga	1	3.926	2	1.033
Empresa de Vapores Julio	1	3.711	6	3.251
Alirio Quiroz	3	3.217	3	575
Jaime Yepes	3	3.247	6	2.144
Cales y Cementos de Toluviéjo	1	2.806	3	5.096

Cementos Caribe	1	2.806	1	390
Gustavo Restrepo	2	2.481	6	3.115
Explotaciones Cóndor	1	1.889	2	658
Rafael Santodomingo	1	1.706	3	
Isabel Hurtado	2	1.546		715
Gabriel Arboleda	1	1.398		
Otros	-	-	46	21.129
TOTAL	63	159.006	236	153.050

Fuente: Diagnóstico de los principales puertos del río Magdalena y el Canal del Dique. LEH – Universidad Nacional.

Empresas de transporte fluvial. El sector empresarial del transporte fluvial es muy incipiente y se encuentra desprotegido, a excepción de muy pocas empresas debidamente conformadas y desarrolladas. Se presenta a continuación el número de empresas registradas ante la autoridad fluvial.

Como se puede apreciar, existe un gran número de empresas de transporte fluvial que no se encuentran habilitadas, por la dificultad de cumplir con los requisitos señalados por la legislación vigente y la falta de cultura de calidad empresarial.

Si se desea reactivar la navegación y el transporte fluvial, logrando una prestación adecuada del servicio, se hace necesario el fortalecimiento del sector empresarial.

La tripulación fluvial. Se conoce como Rol de Tripulación la lista de los tripulantes de una embarcación. La tripulación de las embarcaciones juega un papel primordial en la eficiencia y eficacia del servicio de transporte y, por lo tanto, se requiere de una selección, capacitación y control esmerado y permanente por parte de las empresas transportadoras.

La reglamentación jurídica fluvial⁹ establece una serie de cargos, según el tamaño de las embarcaciones, así:

⁹ Estatuto Nacional de Navegación Fluvial.

- ⌘ Para embarcaciones menores:
 - Marinero de embarcaciones menores
 - Motorista de embarcaciones menores
 - Maquinista de embarcaciones menores
 - Timonel de embarcaciones menores

- ⌘ Para embarcaciones mayores:
 - Marinero
 - Aprendiz de piloto
 - Contraamaestre
 - Timonel
 - Maquinista de segunda
 - Maquinista de primera
 - Piloto de segunda
 - Piloto de primera
 - Capitán de tercera
 - Capitán de segunda
 - Capitán de primera
 - Capitán diplomado

Por otra parte, fija las dotaciones, es decir, el número de tripulantes que debe llevar cada una de las embarcaciones, de acuerdo con rangos establecidos de capacidad.

Así mismo, se encuentra reglamentada la forma y los requisitos para obtener los permisos y licencias de navegación por categorías, teniendo en cuenta la experiencia y conocimientos generales y específicos sobre la navegación fluvial; pero se hace necesaria su modificación, de acuerdo con las circunstancias y necesidades actuales, para asignar adecuadamente las competencias laborales.

Niveles de servicio en el transporte fluvial. El nivel de servicio está definido como: el grado de satisfacción óptimo de transporte que brinde la combinación: río-carretera-río, que satisfaga los requerimientos logísticos de los usuarios, que debe estar reflejado en los niveles de seguridad, continuidad, confiabilidad, oportunidad, rapidez, economía y comodidad del servicio.

A continuación se presentan los principales indicadores del nivel de servicio que debe ofrecer el transporte por el río:

- *La seguridad*

La seguridad, como se había expresado, está en función de las condiciones de la hidrovía, del manejo de la carga, del transporte y de orden social.

En cuanto a la hidrovía, se deben implementar las actividades y ejecutar las obras necesarias para garantizar la navegación durante un número determinado de meses, si no es posible hacerlo durante todo el año, permitiendo la navegación nocturna, eliminando la sujeción directa de la estacionalidad del régimen de lluvias, de las variaciones de caudal, para unas características especificadas de las embarcaciones, eliminando la presencia de obstáculos para la navegación.

En cuanto al manejo de la carga, se expresa en las condiciones de infraestructura portuaria y en la actividad de cargue y descargue. Los puertos, por lo menos los considerados como de orden nacional e internacional, deben contar con muelles adecuados a las características de las embarcaciones y de las cargas que los utilicen, con patios, bodegas, sitios de parqueo de la flota terrestre complementaria, con edificios de administración y todos los demás servicios complementarios a las embarcaciones, a la carga, al comercio, a los usuarios, etc.

- *La continuidad*

La continuidad en los diferentes ciclos de la cadena logística del transporte puerta a puerta es fundamental.

- *Confiabilidad o regularidad*

La confiabilidad del usuario o dueño de la carga en el medio de transporte es otro elemento fundamental en el momento de medir el nivel de servicio.

- *Oportunidad*

El mayor o menor uso de un modo específico también lo da el poder transportar la carga en el momento oportuno; este parámetro se ve entorpecido en el uso del río, debido a la no navegabilidad durante todos los días del año, las veinticuatro horas.

- *La rapidez*

La rapidez o velocidad con la cual se transporta un producto desde su origen hasta su destino es fundamental para productos perecederos o el transporte de personas, especialmente de tipo ejecutivo o de negocios.

Los productos que se transportan por el río son imperecederos y su valor intrínseco, relativamente, no es muy alto; esta situación es compensada por la posibilidad de transportar grandes volúmenes de carga en una sola unidad a larga distancia.

- *Economía*

La economía se ve reflejada en el costo o, mejor, en la tarifa que paga el usuario o dueño de la carga. Los costos de transporte fluvial en grandes volúmenes a distancias superiores a 500 kilómetros son bastante más bajos que el ferrocarril y mucho más baratos que por carretera.

Esta economía se mantiene cuando existe una buena complementariedad y continuidad en la cadena logística de transporte; se pierde o se disminuye cuando la carga permanece en los puertos y, mucho más, si es la embarcación la que hace las veces de bodega.

- *Comodidad del servicio*

Este factor es muy importante cuando se trata de transportar personas. En el caso del transporte de carga, su importancia se traduce en las condiciones de seguridad, situación que ya fue descrita.

Empleos generados por el mejoramiento de las hidrovías. La actividad relacionada con la navegación y el transporte fluvial genera empleo por diferentes conceptos. Nuevamente, por ausencia de mayores fuentes de análisis, para dar una ilustración al respecto se hace necesario recurrir a la experiencia realizada con participación del autor en el *Estudio del río Meta*.

Movimiento de carga en los puertos

La mano de obra requerida para el movimiento de carga en los puertos se estima a partir del volumen total de carga movilizada y el rendimiento promedio de un estibador, que se considera de 12

toneladas por hora de trabajo. Esto significa que en un año de trabajo un estibador movilizaría = 250 días/año * 8 horas/día* 12 tonelada/hora = 24.000 toneladas/año y, por tanto, por cada millón de toneladas movilizadas se estarían generando = 1.000.000 toneladas/año / 24.000 toneladas/año = 41,7 empleos.

Movimiento de carga por el río

El empleo directo que ofrecen las empresas transportadoras se deriva del volumen de carga movilizada, de la tripulación requerida para la operación de cada embarcación, de la capacidad de carga de estas y del tiempo estimado de viaje.

De esta manera, el número de viajes que se requeriría para la movilización de un cierto volumen de carga obedecería a la siguiente relación:

$$V_c = C_c / CP_c$$

Donde:

V_c Número de viajes

C_c Volumen de carga por tipo de comercio c (exportación, importación, local)

CP_c Capacidad de carga de la embarcación para el comercio c

Así, es posible calcular el número de salarios que se requerirían para el movimiento de la carga por el río, como el producto entre los días de viaje, el número de tripulantes y el número de viajes requeridos; y este último como el volumen total de carga movilizada y la capacidad de carga de una embarcación. El empleo anual es calculado mediante la siguiente fórmula:

$$E_c = (d_c * 4 * V_c) / 250$$

Donde:

E_c Empleo anual calculado

d_c Días de viaje para el tipo de comercio c (exportación, importación, local)

4 Tripulantes por viaje

V_c Número de viajes por tipo de comercio c

250 Jornales por año de trabajo

A partir de las estimaciones del tráfico, tanto local como internacional, y aplicando la fórmula anterior, se calcula el número de empleos que se generarían para la movilización de la carga por el río, cifras que se pueden observar en el cálculo realizado en el *Estudio de demanda del río Meta*, que se presenta como ejemplo práctico.

Cuadro núm. 20. Proyección del empleo requerido para la movilización de las cargas por el corredor: Meta–Orinoco.

Año	Tráfico Local		Comercio Exterior		Empleo Total	
	Toneladas	Empleo	Toneladas	Empleo	Toneladas	Empleo
2005	24.281	9·5	1'180.371	220·3	1'204.652	229·8
2010	25.113	9·8	2'035.882	380·0	2'260.995	389·8
2015	29.903	11·7	2'773.979	517·8	2'803.882	529·5
2020	23.124	9·0	3'172.037	592·0	3'195.161	601·0

Fuente: Estudio de demanda río Meta

Para el cálculo de tripulantes empleados es importante tener en cuenta los siguientes conceptos:

- 1- El número de tripulantes. Está en función del número de embarcaciones requeridas para hacer el transporte de los productos de acuerdo con su capacidad.
- 2- De acuerdo con la Resolución núm. 2107 del 15 de octubre de 1998, «Por la cual se expide el reglamento de tripulaciones y dotaciones de las embarcaciones fluviales», se establecen los siguientes rangos y número de tripulantes:

Cuadro núm. 21. Rango de capacidad de las embarcaciones

RANGO	CAPACIDAD DE LA EMBARCACIÓN	Núm. de tripulantes
1	De 25 a 100 toneladas	4
2	De 101 a 700 toneladas	5
3	De 701 a 2.000 toneladas	8
4	De 2.001 a 3.500 toneladas	12
5	De 3.501 en adelante	13

Fuente: Resolución núm. 2107 del 15 de octubre de 1998.

Administración y explotación del transporte fluvial. Por supuesto que todo lo anterior no tendría sentido si no se llegase a una administración eficiente y a una racional explotación del transporte fluvial, que es la razón de ser de la conservación y adecuación de la hidrovía como infraestructura de transporte; así como de la construcción y operación de los puertos.

Organización administrativa. La organización administrativa tiene que ver con todas las actividades propias de la navegación y del transporte fluvial, que permitan tener una tarifa competitiva frente a los demás modos de transporte en la región y que, por lo tanto, tienen relación directa con la disminución máxima de los costos de transporte.

Estructura de costos y tarifas fluviales. Tendencia generalizada del transportador es incrementar las tarifas, con la equivocada creencia de que esto le reporta mayores ganancias; el incremento tarifario, casi siempre, provoca a mediano y largo plazo la disminución de los viajes y, por lo tanto, de los ingresos; lo que se debe procurar es encontrar siempre los menores costos, para con unos determinados ingresos se logren las mayores ganancias.

La determinación del Sistema de Costos de Transporte Fluvial, por lo general, es bien compleja, dada la falta de información, debida a las siguientes razones principales:

- ⌘ La falta de empresas de transporte fluvial organizadas y dedicadas al transporte público, pues la mayoría son comerciantes y trabajan de manera informal.

- ⌘ Por lo general, no llevan contabilidad de costos sobre el transporte fluvial.
- ⌘ A la renuencia de los transportadores para suministrar información.
- ⌘ Al desconocimiento de esta información por parte de las entidades estatales.

Para subsanar la situación señalada, se tiene que recurrir a investigaciones de campo, a la realización de encuestas, así como a los conocimientos especializados y a la información disponible por parte de consultores.

Factores que influyen en los costos del transporte fluvial

- ⌘ El calado permitido para los diferentes tramos fluviales en cada una de las épocas del año y las capacidades de los convoyes o embarcaciones.
- ⌘ La distancia entre los puertos fluviales, relacionada en el tiempo requerido para un viaje de ida y regreso, en función de la velocidad de operación.
- ⌘ Las cantidades de carga por transportar en un viaje de ida y regreso.
- ⌘ Los tiempos de cargue, descargue y espera en los puertos.
- ⌘ Las cifras de productividad o rendimiento para el manejo de carga en los puertos.

Costos de transporte fluvial

Por ser un tema tan importante, se presentan las dos experiencias existentes en la tarea de obtener los costos de transporte fluvial, las cuales están relacionadas con los *Estudios de demanda del río Meta y del río Magdalena*, para que a partir de ellas el estudiante, el profesional o el investigador seleccione y mejore la metodología que considere más adecuada.

La siguiente es la metodología utilizada, con participación del autor, en el *Estudio de demanda del río Meta*. De manera resumida, se puede decir que los costos de transporte fluvial están compuestos por:

- Costos de operación de la flota fluvial
- Costos de trasbordo o transferencia de la carga

Que se pueden traducir en:

- Costos fijos
- Costos variables

La estructura de cálculo más confiable es la que sigue las indicaciones dadas en el documento: MOPT-OP-3-41-100 "Los Costos de Transporte Fluvial", de la Oficina de Planeación del Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

⌘ *Costos fijos*

Son aquellos que se causan independientemente de la operación de las embarcaciones, entre ellos están los costos de capital.

⌘ *Costos de capital*

Representados en el valor inicial de las embarcaciones, más los causados por intereses financieros, y afectados por la inflación; de manera general consiste en calcular la forma de recuperar la inversión, terminada la vida útil de las embarcaciones.

Los remolcadores constan de dos partes, una estructura metálica y uno o varios motores.

Los botes o barcazas están formados solamente de una estructura metálica.

La vida útil de la estructura metálica de los remolcadores y de los botes se considera entre 25 y 30 años; para los cálculos económicos nacionales se toma una tasa de descuento del 12% anual (tasa aceptada por el Banco Mundial) y una vida útil de 25 años; el factor de anualidad es de 0,12750. Los motores tienen una vida útil de 15 años, que para una tasa de descuento de 12 % da un factor de anualidad de 0,14682*.

El precio de las barcazas se calcula con base en el costo por tonelada bruta del peso de la estructura metálica.

Además, se requiere agregarle el costo de mantenimiento de los equipos, que se estima en el 4% anual de la inversión o valor del equipo.

* Ver *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*, 2ª edición, Coss Bu, tablas de factores para interés compuesto discreto, p. 293, y desarrollo de las fórmulas con el 12 %, p. 301.

⌘ *Costos de seguros*

Actualmente no es común la expedición de Pólizas de Seguros para el transporte fluvial de carga. El valor de la prima anual, para cumplir con el cubrimiento de los riesgos estipulados en el Decreto núm. 3112 de 1997, es del orden del 3% de la inversión.

⌘ *Costos de administración*

Es el costo que tiene la empresa por personal administrativo, por oficinas (incluyendo servicios) y costos varios (correo, papelería, publicidad, etc.). Generalmente está por el orden del 12 % de los costos variables de operación de flota.

⌘ *Costos varios*

Para que una embarcación pueda prestar el servicio de transporte incurre en una serie de gastos, entre los cuales se encuentran los impuestos, registro de embarcación ante la autoridad fluvial y otros servicios, que de acuerdo con las investigaciones hechas, corresponden al 2% del valor de la inversión.

⌘ *Costos variables*

Son aquellos que dependen directamente de la operación de las embarcaciones y, por lo tanto, son proporcionales a los kilómetros recorridos y al tiempo de operación; están conformados, en general, por:

- *Costos por uso de la hidrovía*
- Costos de combustible y lubricantes
- Costos de tripulación

El costo de tripulación para un convoy tipo que tenga una capacidad de transporte de 635 toneladas se ilustra en el siguiente cuadro, que está en función del número de tripulantes requeridos de acuerdo con las normas de la autoridad fluvial:

- Costos de trasbordo o transferencia de carga
- Costos uso infraestructura portuaria
- Costos de manipulación de la carga

El cargue y descargue se realiza manualmente; se considera que una cuadrilla de 12 hombres tiene un rendimiento promedio de 12 t/h.

La liquidación del costo cuadrilla/hora se realiza con base en el salario mínimo, multiplicado por un factor prestacional.

Cuadro núm. 22. Cálculo del costo de salarios de la tripulación

TRIPULANTE	Núm.	SALARIO INDIVIDUAL \$	SALARIO TRIPULACIÓN \$	PRESTACIONES \$ (0.60%)	SALARIO TOTAL \$
Capitán de tercera	1	450.000	450.000	270.000	720.000
Piloto de segunda	1	400.000	400.000	240.000	640.000
Maquinista de segunda	1	350.000	350.000	210.000	560.000
Tripulantes	3	280.000	840.000	504.000	1.344.000
TOTAL	6	1.480.000	2.040.000	1.224.000	3.264.000

Nota: Estudio de demanda del río Meta. Precios del 2001.

⌘ Costo total de transporte fluvial de carga

Como ejemplo práctico, se presenta el valor del costo de transporte de carga por viaje de una embarcación tipo, en la Ruta: Puerto López–Puerto Carreño–Puerto López, en el 2001.

Cuadro núm. 23. Componentes del costo de transporte fluvial

OBJETO DEL COSTO	VALOR DEL COSTO (\$ millones)	OBSERVACIONES
COSTOS FIJOS		
Costos de capital	10,53	
Costos de seguros	1,85	Actualmente no están aseguradas las embarcaciones. No se paga seguro.
Costos de administración	2,07	
Costos varios.	1,23	
Subtotal costos fijos	15,68	
COSTOS VARIABLES		
Costos por uso de la vía	2,22	Costo debido a las extorsiones de grupos insurgentes
Costos de combustible	10,98	
Costos de tripulación	4,02	
Subtotal costos variables	17,22	
COSTOS DE TRANSBORDO		
Costos uso infraestructura portuaria	0,0	No existe infraestructura portuaria adecuada. No se paga.
Costos por manipulación de la carga	2,71	
Subtotal costos detrasbordo	2,71	
Total costos de transporte	33,76 (35,61 con seguros)	

Fuente: Estudio de demanda del río Meta.

El costo de transporte por tonelada = costo por viaje / núm. de toneladas transportadas = \$ 33.760.000 / 889 toneladas = \$ 37.975 tonelada/viaje.

El costo de transporte por tonelada/km = costo de tonelada por viaje / núm. de kilómetros del viaje = \$37.975 / 851 km. = \$ 44,62 tonelada/kilómetro.

El costo de transporte por tonelada, incluyendo el costo del seguro de la carga es = costo por viaje / núm. de toneladas transportadas = \$35.610.000 / 889 toneladas = \$ 40.056 t/viaje.

El costo de transporte por tonelada / km = costo por tonelada por viaje / núm. de kilómetros del viaje = \$ 40.056 / 851 ton / km = \$ 47,07 tonelada / kilómetro.

TARIFA = COSTO + UTILIDAD

Esto quiere decir que la tarifa aplicada al usuario corresponde al valor del costo, más una utilidad comercial racional.

Proceso de cálculo de costos de transporte de carga para el río Magdalena

Como punto de comparación de quien profundice la investigación relacionada con los costos de transporte fluvial, se presenta el proceso, diferente al anterior, seguido por el *Estudio de demanda de transporte para el río Magdalena*, que de manera resumida se expone:

De acuerdo con los movimientos de la carga en el río Magdalena, para el cálculo de los costos de operación se tomaron las dos principales rutas, así:

Barrancabermeja-Cartagena	Hidrocarburos
Cartagena-Barrancabermeja	Sin carga de compensación
Tamalameque-Cartagena	Carbón
Cartagena-Tamalameque	Sin carga de compensación

Estas rutas son servidas por la Naviera Fluvial Colombiana y por la Flota Fluvial Carbonera, respectivamente. La información para el cálculo de los costos de operación se obtuvo directamente de las compañías

mencionadas, son datos tomados de la experiencia en la prestación del servicio.

El tráfico de hidrocarburos equivale al 60% y el de carbón, al 30%. Los demás productos, el 10% restante, que se movilizan por el río corresponden a navegación menor.

Criterios generales

Para el cálculo se tomaron como criterios generales:

- ⌘ La flota fluvial
- ⌘ La capacidad transportadora.
- ⌘ La velocidad
- ⌘ El tiempo de navegación

Para el transporte de hidrocarburos se utilizan tres categorías de flota fluvial definida, así:

- Convoy grande: 1 remolcador de 2.300 hp y 6 barcazas de 1.000 t cada una
- Convoy mediano: 1 remolcador de 1.440 hp y 6 barcazas de 700 t cada una.
- Convoy pequeño: 1 remolcador de 800 hp y 6 barcazas de 330 t cada una.

La flota fluvial para el transporte de carbón es la siguiente:

- Convoy grande: 1 remolcador de 2.000 hp y 8 barcazas de 1.000 t cada una.
- Convoy mediano: 1 remolcador de 960 hp y 4 barcazas de 1.000 t cada una.
- Convoy pequeño: 1 remolcador de 630 hp y 2 barcazas de 1.000 t cada una.

Las cantidades transportadas por tipo de remolcador para el periodo de aguas altas se estimaron con base en el 80% de la capacidad transportadora y en aguas bajas el 65%.

La utilización del equipo fluvial depende de las siguientes variables:

- ⌘ La corriente del río
- ⌘ Capacidad de empuje de los remolcadores
- ⌘ La composición del convoy
- ⌘ El nivel de agua del río
- ⌘ La confiabilidad del canal navegable
- ⌘ La experiencia del piloto de la embarcación
- ⌘ La visibilidad como respuesta a las condiciones atmosféricas diurnas y nocturnas
- ⌘ La falta de señalización que permita la navegación nocturna, especialmente en los pasos donde se encuentran puentes, etc.

De la experiencia de los navieros se obtuvieron las siguientes velocidades expresadas en km/hora.

Cuadro núm. 24. Velocidades promedio de navegación (km./h)

TRAMO DEL RÍO	Convoyes grandes (6 barcazas)				Convoyes pequeños (1-4 barcazas)			
	Cargados		Vacíos		Cargados		Vacíos	
	Subiendo	Bajando	Subiendo	Bajando	Subiendo	Bajando	Subiendo	Bajando
De Barranca hacia abajo	6	12	7	14	5	14	6	15
De Barranca hacia arriba	-	-	-	-	5	8	6	9

Fuente: Investigación directa del Estudio de demanda del río Magdalena con empresas navieras. 2001

Con base en las cifras anteriores y en las distancias se calcularon los tiempos promedios de navegación desde los puertos de la Costa hasta los principales puertos fluviales.

Cuadro núm.25. Tiempo promedio de navegación (horas)

Desde B/quilla-C/gena A	Convoyes grandes (6 barcazas)				Convoyes pequeños (14 barcazas)			
	Cargados		Vacíos		Cargados		Vacíos	
	Subiendo	Bajando	Subiendo	Bajando	Subiendo	Bajando	Subiendo	Bajando
Caucasia	81	40	69	35	97	35	81	32
El Banco	63	32	54	27	76	27	63	25
Tamalameque	68	36	68	36	68	36	68	36
Gamarra	79	39	68	34	95	34	79	32
Puerto Wilches	100	50	85	42	119	43	100	40
Barrancabermeja	108	72	108	72	108	72	108	72
Puerto Berrio	-	-	-	-	-	73	146	61

Fuente: Investigación directa del Estudio de demanda del río Magdalena con empresas

Para calcular los tiempos de viaje, a los tiempos de navegación se les debe adicionar las horas nocturnas en las cuales no se navega y las demoras por reparaciones o demoras ajenas a la navegación. El río Magdalena prácticamente no presenta restricciones de navegación aguas abajo del puerto de Barrancabermeja, lo que significa que se puede navegar las 24 horas del día. Para los tramos comprendidos entre La Gloria y Barranca y entre este puerto y La Dorada, la situación es diferente, la navegación se limita a 12 horas, debido a la existencia de curvas difíciles y angostamiento del canal navegable; además, dadas las actuales condiciones de seguridad del país, se estimó que la navegación es posible solamente durante las 12 horas diurnas.

En el siguiente cuadro se presentan los tiempos muertos que deben ser considerados para calcular el tiempo total de navegación.

Cuadro núm. 26. Tiempo de espera nocturna (horas)

Tramo del río	Tráfico aguas arriba	Tráfico aguas arriba
Barranquilla - Capulco	12	24
Capulco - Barranca	24	24
Barranca - Puerto Berrío	12	12
Puerto Berrío - La Dorada	12	12

Fuente: Naviera Fluvial Colombiana. Flota Fluvial Carbonera. 2001

Tiempo de servicio en los puertos

El movimiento de la carga general tiene unos tiempos de espera antes de cargar o descargar en los puertos, tiempo que varía en cada puerto. En la actualidad, estos tiempos no se refieren a esperas por saturación de las instalaciones portuarias como consecuencia del tráfico existente, sino a tiempos de servicio originados en las dificultades operativas y administrativas para prestación del servicio, por falta de infraestructura, o por falta de disponibilidad de carga. Cuando se refiere, por ejemplo, a carga que va a utilizar un transporte complementario para llegar a su destino final, se han presentado casos en los que debido a demoras en la evacuación de la carga, las instalaciones para almacenamiento se encuentran ocupadas o no existe disponibilidad de equipos para realizar la transferencia de la

carga, razón por la cual el convoy debe esperar en el muelle antes de poder cargar o descargar. En el caso de la carga líquida los tiempos de espera son de 48 horas en promedio.

Cuadro núm. 27. Promedio de tiempos de servicio en los puertos antes de cargar o descargar

Puerto	Líquida	General	Granel
Cartagena	48 horas	12 horas	6 horas
Barranquilla	24 horas	12 horas	
Caucasia		12 horas	12 horas
El Banco		12 horas	
Tamalameque		12 horas	6 horas
Gamarra		12 horas	
Puerto Wilches	12 horas	12 horas	
Barrancabermeja	24 horas	12 horas	
Puerto Berrío		12 horas	

FUENTE: Naviera Fluvial Colombiana. Flota Fluvial Carbonera. 2001

Para obtener los tiempos promedios actuales para viajes de ida y regreso en las rutas, y con los productos anteriormente definidos, se consideró la siguiente información:

- ⌘ Cargue y descargue de las barcazas
- ⌘ Tiempo de servicio en el puerto
- ⌘ Tiempo de navegación bajando
- ⌘ Tiempo de navegación subiendo
- ⌘ Conformación de convoy
- ⌘ Tiempo muerto

Los tiempos promedios de los viajes completos desde Cartagena hasta Barrancabermeja y Tamalameque se consignan en los siguientes cuadros.

Cuadro núm. 28. Tiempo de viaje completo en horas para hidrocarburos

Ruta Barrancabermeja-Cartagena Cartagena-Barrancabermeja	Convoy grande	Convoy mediano	Convoy pequeño
Reagrupando el convoy	2	2	2
Tiempo de espera antes de cargar	24	24	24
Cargue de la barcaza	24	17	8
Tiempo muerto bajando	48	48	48
Navegación bajando	72	72	72
Tiempo de espera antes de descargar	48	48	48
Descargue de la barcaza	48	34	16
Cargue de la barcaza	0	0	0
Navegación subiendo	108	108	108
Tiempo de espera antes de descargar	0	0	0
Descargue de la barcaza	0	0	0
Tiempo muerto	36	36	36
Total horas de viaje	410	389	362
Número de días por viaje completo	17	16	15

Fuente: Naviera Fluvial Colombiana. 2001

Cuadro núm. 29. Tiempo de viaje completo en horas para carbón

Ruta Tamalameque-Cartagena Cartagena-Tamalameque	Convoy grande	Convoy mediano	Convoy pequeño
Reagrupando el convoy	2	2	2
Tiempo de espera antes de cargar	6	6	6
Cargue de la barcaza	25	11	5
Tiempo muerto bajando	0	0	0
Navegación bajando	36	36	36
Tiempo de espera antes de descargar	6	6	6
Descargue de la barcaza	50	21	11
Cargue de la barcaza	0	0	0
Navegación subiendo	68	68	68
Tiempo de espera antes de descargar	0	0	0
Descargue de la barcaza	0	0	0
Tiempo muerto subiendo	12	12	12
Total horas de viaje	205	162	146
Número de días por viaje completo	8,5	6,8	6,1

Fuente: Flota Fluvial Carbonera. 2001.

Para obtener el número de viajes por ruta al año se descuenta el tiempo utilizado para el mantenimiento, estimado en dos viajes completos al año. Lo anterior significa que al año se realizan 19,4, 20,5 y 22 viajes en la ruta Barrancabermeja-Cartagena-Barrancabermeja, con hidrocarburos, y 38,8, 50,9 y 56,9 viajes entre Tamalameque-Cartagena-Tamalameque, con carbón, para convoyes grandes, medianos y pequeños, respectivamente.

Costos fijos

Corresponden a los costos en que se incurre independientemente de la movilización del equipo y están conformados por:

- Recuperación del capital

La mayoría de las empresas navieras realizan periódicamente inversiones significativas en los remolcadores y botes, representadas en cambios en el casco, cambios o reconstrucción de motores y demás equipos auxiliares. Dentro de este programa de repotenciación de la flota para el transporte de hidrocarburos, se han venido realizando cambios en el casco de los remolcadores y adquiriendo motores propulsores de última tecnología y mayor potencia, con un costo de 1.800 millones, equivalentes a 600 millones cada motor, incluyendo la transmisión marina. El costo de mejoramiento de los botes se ha estimado en promedio en 200 millones.

En el siguiente cuadro se presentan el resumen del programa de modernización de la flota fluvial para el transporte de hidrocarburos.

Cuadro núm. 30. Costos de la flota fluvial para el transporte de hidrocarburos

Costos de modernización de la Flota	Convoy grande	Convoy mediano	Convoy pequeño
Remolcador	\$2.500.000.000	\$1.400.000.000	\$900.000.000
Barcazas	\$1.200.000.000	\$800.000.000	\$400.000.000

Fuente: Naviera Fluvial Colombiana. 2001.

En el caso de la flota carbonera las inversiones en los remolcadores, incluyendo cambios en el casco y motores nuevos, han sido del orden de 2.300 millones de pesos. Esta cifra es ligeramente inferior a la

de los remolcadores que transportan hidrocarburos, debido a que la importación de los motores para la flota carbonera se está realizando mediante el Plan Vallejo, lo que significa un descuento del 12%. A cada bote se le ha invertido en promedio 200 millones.

Cuadro núm. 31. Costos de la flota fluvial para el transporte de carbón

Costos de modernización de la Flota	Convoy grande	Convoy mediano	Convoy pequeño
Remolcador	\$2.300.000.000	\$1.104.000.000	\$724.500.000
Barcazas	\$1.600.000.000	\$800.000.000	\$400.000.000

Fuente: Flota Fluvial Carbonera. 2001.

Una vez realizadas estas inversiones adicionales, en general el equipo fluvial queda en perfectas condiciones para seguir operando, lo que significa extender la vida útil 15 años más.

- Seguros

En cumplimiento de las normas expedidas por el Ministerio de Transporte, la flota fluvial para el transporte de hidrocarburos se ha venido asegurando a través de las siguientes pólizas:

- ❖ Responsabilidad civil contractual: Cubre daños a la carga y se calcula en un 0,10% del valor de los fletes facturados. La prima anual es del orden de \$25.000.000 (precios del 2001).

- ❖ Responsabilidad civil extracontractual por daños a terceros: Según lo establecido por el Ministerio de Transporte el valor mínimo que se debe asegurar por daño de bienes es de 60 S.M.M.L y 120 S.M.M.L por lesiones o muerte. La tasa estimada es del orden del 20% del valor asegurado, lo que equivale a una prima anual de \$3.200.000 (precios del 2001).

- ❖ Responsabilidad civil extracontractual por contaminación a las vías fluviales: El valor asegurado corresponde a 250 S.M.M.L. a una tasa del 4% sobre dicho valor. En la actualidad, la prima anual es de \$2.600.000 (Precios del 2.001).

- ❖ En cuanto a la póliza del casco, debido a su elevado costo, cercano al 8% del valor comercial de la embarcación, las empresas navieras

han decidido realizar una reserva contable por este concepto. Estadísticamente, los siniestros sufridos en los últimos años han sido de menor cuantía. Vale la pena mencionar que las compañías de seguros recientemente han reducido las tasas al 3% y aun así las empresas no han modificado su política al respecto.

El valor total anual que paga la flota carbonera por concepto de seguros es del orden de 161 millones de pesos, esta cifra incluye la póliza del casco y los seguros de responsabilidad civil, de responsabilidad civil extracontractual por daños a terceros y de responsabilidad civil extracontractual por contaminación a las vías fluviales.

- Costos custodia de la carga

Debido a la situación actual de inseguridad se ha venido utilizando la modalidad de custodiar la carga; esta custodia consiste en escoltar la carga con personal armado. Se ha estimado que los costos anuales por este concepto están alrededor de \$30.000.000 (precios del 2001).

- Costos variables

Mantenimiento

Se estimó que el mantenimiento preventivo y correctivo del equipo fluvial está asociado al tiempo de su utilización, esto significa que el mantenimiento varía en función de número de viajes. De acuerdo con la experiencia de las compañías transportadoras de carga fluvial, el tiempo de duración del mantenimiento significa una pérdida en el tiempo productivo de dos viajes completos al año.

Cuadro núm. 32. Costos de mantenimiento de embarcaciones por año

FLOTA	Convoy grande	Convoy mediano	Convoy pequeño
Barrancabermeja- Cartagena-Barrancabermeja	\$370.000.000	\$220.000.000	\$130.000.000
Tamalameque-Cartagena-Tamalameque	\$429.000.000	\$209.440.000	\$136.950.000

FUENTE: Naviera Fluvial Colombiana. 2001.

Costos por el uso de la vía fluvial

De acuerdo con el Decreto 2171 de 1992, numeral 6 del artículo 6, y la Ley 336 de 1996, artículo 29 y según Resolución núm. 0000136

del 16 de enero de 1998, el Ministerio de Transporte fijó las tarifas por uso de las vías fluviales, muelles y equipos de los puertos fluviales de uso público de la cuenca fluvial del Magdalena así (precios del 2001):

- ⌘ Para todos los productos derivados del petróleo a razón de \$0,26/t-km.
- ⌘ Para abonos, cemento y minerales a razón de \$0,18/t-km.
- ⌘ Para maquinaria, víveres y demás productos a razón de \$0,11/t-km.
- ⌘ Para ganado vacuno o caballo a razón de \$0,08/cabeza-km.
- ⌘ Por uso del muelle los usuarios deberán pagar la suma de \$77 por metro lineal de eslora del remolcador y cada una de las barcazas y por cada día o fracción.

Las tarifas por uso de la vía, establecidas por el Ministerio de Transporte, son cobradas por Cormagdalena y las de muellaje y uso de las instalaciones son cobradas por las Sociedades Portuarias que operan los puertos fluviales privados de trasbordo. En el caso de los hidrocarburos se utilizan instalaciones públicas.

En el siguiente cuadro se presentan los costos por uso de la vía fluvial por ruta y producto.

Cuadro núm.33. Costos por uso de la vía fluvial por año

FLOTA	Convoy grande	Convoy mediano	Convoy pequeño
Barrancabermeja- Cartagena-Barrancabermeja	\$15.738.000	\$11.641.000	\$5.949.000
Tamalameque-Cartagena-Tamalameque	\$21.622.000	\$12.607.000	\$7.046.000

Fuente: Cálculos Consorcio Hidroestudios S.A. – Steer Davies Gleaves. 2001.

❖ *Combustibles y lubricantes*

Según información del Nerthlands Institute, el consumo de combustible se basa en 0,05478 galones por caballo de fuerza-hora. El precio por galón de ACPM es de \$2.159.53 (precios del 2001). Los costos de lubricantes equivalen a un 12,5% de los costos de combustibles.

En el siguiente cuadro se presentan los costos de consumo de combustibles y lubricantes para los tramos de río por producto.

Cuadro núm.34. Costos consumo de combustibles y lubricantes por año

FLOTA	Convoy grande	Convoy mediano	Convoy pequeño
Barrancabermeja- Cartagena-Barrancabermeja	\$828.274.000	\$630.435.000	\$378.639.000
Tamalameque-Cartagena-Tamalameque	\$899.268.000	\$596.016.000	\$437.279.000

Fuente: Cálculos Consorcio Hidroestudios S.A. – Steer Davies Gleaves. 2001.

Costos de la tripulación

De acuerdo con la información suministrada por las empresas que en la actualidad prestan el servicio de transporte fluvial en el río Magdalena, se determinó el costo de la tripulación para el convoy de hidrocarburos en 325 millones de pesos al año, incluyendo el salario básico, las prestaciones sociales legales, el pago de días festivos y compensatorios. Estos costos también incluyen el valor de la alimentación y la dotación.

El valor de la tripulación para el caso del convoy carbonero es de 256 millones de pesos al año. Esta cifra es más baja debido a que el personal es menor, pasa de 19 personas a 14, respectivamente.

Costos administrativos

Resulta difícil determinar los costos administrativos en que incurren las diferentes empresas de transporte. La información obtenida en Naviera Fluvial Colombiana determina que estos costos pueden estar alrededor del 11% del total de los costos fijos más los variables. Para el caso de la Flota Fluvial Carbonera, se estimó que los costos administrativos podrían ser del orden de un 15% de los costos fijos más los costos variables.

Cuadro núm. 35. Costos de viaje de ida y regreso, Barrancabermeja-Cartagena-Barrancabermeja, para hidrocarburos, sin carga de compensación, por tonelada.

	Convoy grande	Convoy mediano	Convoy pequeño
Costos Fijos			
Seguros	\$33	\$33	\$33
Custodia de la carga	\$322	\$322	\$322
Recuperación del capital	\$2.647	\$2.129	\$2.462
Costos Variables			
Mantenimiento	\$3.971	\$3.194	\$3.693
Uso de la vía	\$169	\$169	\$169
Combustibles y lubricantes	\$8.889	\$9.153	\$10.757
Tripulación	\$3.490	\$4.718	\$9.233
Costos administrativos	\$2.147	\$2.169	\$2.934
Total costos de operación por tonelada	\$21.669	\$21.887	\$29.603
Total costos de operación por t/km	\$33	\$34	\$46

Fuente: Cálculos Consorcio Hidroestudios S.A. – Steer Davies Gleaves. 2001.

Costos por viaje de ida y regreso

Cuadro núm. 36. Costos de viaje de ida y regreso, Tamalameque-Cartagena-Tamalameque, para carbón, sin carga de compensación, por tonelada.

	Convoy grande	Convoy mediano	Convoy pequeño
Costos Fijos			
Seguros	\$576	\$288	\$173
Custodia de la carga	\$107	\$184	\$330
Recuperación del capital	\$930	\$779	\$823
Costos Variables			
Mantenimiento	\$1.535	\$1.286	\$1.359
Uso de la vía	\$77	\$77	\$77
Combustibles y lubricantes	\$3.217	\$3.659	\$4.803
Tripulación	\$918	\$1.575	\$2.818
Costos administrativos	\$1.104	\$1.282	\$1.797
Total costos de operación por tonelada	\$8.465	\$9.130	\$12.180
Total costos de operación por t/km	\$20	\$21	\$28

Fuente: Cálculos Consorcio Hidroestudios S.A. – Steer Davies Gleaves. 2001.

⌘ *Costos transferencia*

El sistema del río Magdalena se utiliza principalmente para transportar productos relacionados con el comercio exterior, con origen o destino el centro del país y los puertos del Caribe, y para el transporte de productos desde las plantas situadas a lo largo del río, correspondientes a petróleo, fertilizantes y cemento. Sin embargo, existe un tráfico local entre los diferentes puertos del río, pero de menor importancia. Como los centros de producción y consumo no se encuentran localizados junto al río, existen muchas conexiones con otros medios de transporte, como el carretero y el férreo.

Los principales puertos identificados como puntos de trasbordo del río a la carretera o al ferrocarril o viceversa corresponden a La Dorada/ Puerto Salgar, Puerto Berrío, Barrancabermeja, Capulco y Gamarra.

En razón a lo anterior, es importante considerar los costos que se generan en estos centros de transferencia resultantes del manejo de la carga multimodal. Estos costos se definen por tonelada e incluyen los costos de las instalaciones y equipo portuario y todos los demás costos de operación del puerto como mano de obra, equipos, operaciones, supervisión de la carga, manejo y almacenamiento, y la administración.

Los costos de las operaciones portuarias se obtuvieron del Plan Estratégico del Ministerio de Transporte y según información suministrada por la Oficina de Planeación. Estos costos se determinaron con base en entrevistas directas con los operadores portuarios y en la revisión de los informes operacionales. Se presentan los resultados obtenidos.

Cuadro núm. 37. Costos de transferencia multimodal Miles \$/t

LUGAR	INTERCAMBIO MODAL	PRODUCTO	COSTO OPERACIÓN (miles \$/t)	TIEMPO (h)
Caucasia	Modo carretero - Modo fluvial	Carbón y minerales	2,51	2,52
Gamarra	Modo carretero - Modo fluvial	Carga general	0,65	5,00
Magangué	Modo carretero - Modo fluvial	Carga general	0,64	2,64

LUGAR	INTERCAMBIO MODAL	PRODUCTO	COSTO OPERACIÓN (miles \$/t)	TIEMPO (h)
Magangué	Modo carretero - Modo fluvial	Ganado	0,08	4,80
Cartagena	Modo carretero - Modo poliducto	Refinados	2,37	6,94
El Banco (Tamalameque)	Modo carretero - Modo fluvial	Carbón y minerales	2,51	2,52
Puerto Salgar	Modo poliducto - Modo carretero	Refinados	2,37	6,94
La Dorada	Modo carretero - Modo férreo de la STF	Todos los manejados por los dos modos	1,50	25,00
Barrancabermeja	Modo carretero - Modo fluvial	Carga general	0,68	5,57
Barrancabermeja	Modo carretero - Modo fluvial	Crudos	0,50	7,33
Barrancabermeja	Modo fluvial - Modo férreo de la STF	Carga general	0,68	5,57
Barrancabermeja	Modo fluvial - Modo férreo de la STF	Crudos	0,50	7,33
Barrancabermeja	Modo oleoducto - Modo fluvial	Crudos	0,50	7,33
Barrancabermeja	Modo conector - Modo poliducto	Refinados	2,37	6,94
Capulco	Modo fluvial - Modo férreo de la STF	Carga general	0,63	10,99

Fuente: Elaboración, Plan Estratégico de Transporte, Oficina de Planeación, Ministerio de Transporte.

Se deduce del análisis de las dos formas de encontrar los costos de transporte fluvial la necesidad de hacer investigaciones más profundas de manera directa, de tal forma que se logre estandarizar una real canasta de costos, a partir de la cual se genere un programa sistematizado, que con la consecución de determinados datos se actualicen de manera real y fácil los valores de los costos, para que el ente rector fije las tarifas acordes a cada región y sean competitivas en el mercado.

Análisis de costos a los usuarios. En la práctica, a los usuarios, dentro de la tarifa de transporte fluvial, se les traslada los costos propios de la actividad del transporte, pero no existe investigación concreta al respecto. A continuación se presentan unos parámetros

y una relación de los posibles valores que se podrían establecer, previo análisis específico para cada región de acuerdo con sus características económicas y sociales, los cuales están representados principalmente por los siguientes factores:

Cuadro núm. 38. Posibles cargos a los usuarios por uso de instalaciones portuarias.

CONCEPTO	OCUPACIÓN (Unidad de espacio)	PERMANENCIA (Tiempo)	TARIFA (\$/metro lineal-día)	OBSERVACIONES
Uso del muelle	(metro lineal)	Hasta 12 horas	300	Siempre y cuando utilice el muelle solo para pernoctar o proveerse de combustible o de más requerimientos propios del viaje. Después de ese tiempo pagarán las tarifas establecidas para las demás embarcaciones.
		Hasta 24 horas	00	Para embarcaciones con capacidad menor a 25 toneladas. Después de ese tiempo pagarán las tarifas establecidas para las demás embarcaciones.
		Días	500	Durante los dos primeros días.
		Días	1.000	A partir del tercero hasta el quinto día.
		Días	5.000	A partir del sexto día.
Uso de patios	(metros cuadrados)	Días	200	Los primeros dos días.
		Días	500	Del tercero al quinto día.
		Días	1.000	Del sexto al décimo día.
		Días	2.000	Del undécimo día en adelante.
Uso de bodegas	(metros cuadrados)	Días	500	Los primeros dos días.
		Días	1.000	Del tercero al quinto día.
		Días	2.000	Del sexto al décimo día.
		Días	5.000	Del undécimo día en adelante.
Uso de corrales	(metros cuadrados)	Días	500	Días

Fuente: Propuesta presentada en el Estudio de demanda río Meta.

Nota: Los días se consideran de 24 horas y la liquidación del costo se hace por día o fracción.

Para darle soporte a las cifras propuestas, sería necesario calcularlas con relación a los costos, de la siguiente manera:

Fórmula para el cálculo de los costos por uso de muelle:

$$Cum = (((Vi - Vs)/Vu) + Cm + Ca)/Lm)/Tom$$

En donde:

Cum = Costo por uso muelle (\$/ metro lineal/día)

Vi = Valor inversión (\$)

Vs = Valor de salvamento (\$)

Vu = Vida útil del muelle (días)

Cm = Costo de mantenimiento (\$/día)

Ca = Costo de administración (\$/día)

Lm = Longitud muelle (metros)

Tom = Tiempo ocupación muelle (días)

Cm = ((((\$ - \$)/días) + \$/día + \$/día)/metros)/días

Cm = ((\$/ días + \$/días)/metros)/días.

Cm = (\$/ días)/metros)/días = \$/ metro lineal - día

Fórmula para el cálculo de los costos por uso de patios:

$$Cup = (((Vi - Vs)/Vu) + Cm + Ca)/Ap)/Top$$

En donde:

Cup = Costo por uso patio (\$/ metro cuadrado/día)

Vi = Valor inversión (\$)

Vs = Valor de salvamento (\$)

Vu = Vida útil del patio (días)

Cm = Costo de mantenimiento (\$/día)

Ca = Costo de administración (\$/día)

Ap = Área patio (metros cuadrados)

Top = Tiempo ocupación patios (días)

Cm = ((((\$ - \$)/días) + \$/día + \$/día)/metros cuadrado)/días

Cm = ((\$/ días + \$/días)/metros cuadrados)/días

Cm = (\$/días)/metros cuadrados)/días = \$ /metro cuadrado-día

Fórmula para el cálculo de los costos por uso de bodega:

$$Cub = (((Vi - Vs)/Vu) + Cm + Ca)/Ab)/Tob$$

En donde:

Cub = Costo por uso bodega (\$/ metro cuadrado/día).

Vi = Valor inversión (\$)

Vs = Valor de salvamento (\$)

Vu = Vida útil de la bodega (días)

Cm = Costo de mantenimiento (\$/día)

Ca = Costo de administración (\$/día)

Ab = Área bodega (metros cuadrados).

Tob = Tiempo ocupación bodega (días).

$Cm = (((\$ - \$)/días) + \$/día + \$/día)/metros\ cuadrado)/días$

$Cm = ((\$/ días + \$/días)/metros\ cuadrado)/días.$

$Cm = (\$/ días)/metros\ cuadrado/días = \$/metro\ cuadrado-día.$

Fórmula para el cálculo de los costos por uso de corrales para el ganado:

$Cuc = (((Vi - Vs)/Vu) + Cm + Ca)/Ac)/Toc$

En donde:

Cuc = Costo por uso corrales (\$/ metro cuadrado/día).

Vi = Valor inversión (\$)

Vs = Valor de salvamento (\$)

Vu = Vida útil de los corrales (días)

Cm = Costo de mantenimiento (\$/día)

Ca = Costo de administración (\$/día)

Ac = Área corrales (metros cuadrados).

Toc = Tiempo ocupación corrales (días)

$Cm = (((\$ - \$)/días) + \$/día + \$/día)/metros\ cuadrado)/días$

$Cm = ((\$/ días + \$/días)/metros\ cuadrado)/días.$

$Cm = (\$/ días)/metros\ cuadrado/días = \$/metro\ cuadrado - día.$

Metodología para el cálculo del costo de cargue, descargue o de transferencia de la carga en puerto

El manejo de la carga, como se ha dicho, puede ser manual o mecanizado, dependiendo de las características de la carga, su embalaje y las condiciones ofrecidas por el puerto.

Sistema manual. El sistema manual permite utilizar la mano de obra y generar empleo. Generalmente se trabaja con cuadrillas. El

costo de una cuadrilla depende básicamente del número de integrantes, de los salarios y de sus prestaciones sociales, que se traducen en un costo horario por cuadrilla. El costo por tonelada, depende del rendimiento horario de la cuadrilla.

La eficiencia del cargue, descargue o de transferencia de la carga por cuadrilla depende de múltiples factores, entre ellos:

- De la capacitación, experiencia y destreza de los trabajadores
- Del estado de ánimo o estímulo que tengan los trabajadores
- De las características de la carga, su embalaje y peso unitario
- De las condiciones climáticas
- De la distancia que haya que transportar la carga

Como resultado, se tiene un costo (\$/hora) y un rendimiento (toneladas/hora); lo cual define el valor de: \$/tonelada. Traducido el cálculo en la siguiente fórmula:

$$Ct = ((Sm * Hc) * Fp) / (\text{días/mes}) * Rcd/Htd$$

En donde:

Ct = Costo tonelada cargada o descargada (\$/t)

Sm = Salario mensual (\$/mes-hombre)

Hc = Hombres cuadrilla (Hombres/cuadrilla)

Fp = Factor prestacional (\$/ mes - hombre)

Días / mes = 30

Rcd = Rendimiento cuadrilla/día

Htd = Horas trabajadas/día

$Ct = ((\$/\text{hombre} - \text{mes}) / (\text{días} / \text{mes}) * t - \text{hombres} / \text{día} / (\text{horas} / \text{día}))$

Ct = \$/t

Costo del cargue y descargue de la embarcación por viaje = Costo por tonelada 1.525 * Núm. de toneladas (635 * 2 * 0,70) 889 * 2 (cargue y descargue) = \$2,71 millones / viaje.

Se podría establecer jerarquía y salarios acordes para los componentes de las cuadrillas.

Sistema mecanizado. Los equipos por catálogo tienen un costo horario, en el cual están contemplados todos los componentes del

costo dado en una tarifa horaria (\$/hora) de funcionamiento y en un rendimiento horario (toneladas/hora), dadas unas condiciones específicas, de esto finalmente resulta el valor de: \$/tonelada.

Para el caso del transporte por el río, se presentan posibles valores para transferencia de carga manual y mecanizada.

Para el manejo de carga en los puertos con medios mecanizados, el cargo a los usuarios por este concepto, a manera de ejemplo, se muestra la siguiente tabla:

Modelo de cálculo horario de equipos

Cuadro núm. 39. Posibles cargos a los usuarios por uso de equipos portuarios

CLASE DE EQUIPO	TIEMPO DE OCUPACIÓN	TARIFA \$/día	OBSERVACIONES
Uso de montacargas	Hora o fracción	35.000	Para trabajo en las horas extras tendrá un recargo del 50%; los días festivos tendrá un recargo del 80%.
Uso Grúas	Hora o fracción	50.000	
Uso Cintas transportadoras	Hora o fracción	20.000	

Fuente: Elaboración propia con base a datos del Manual de Tarifas de Arrendamiento de Equipos de la ACIC. 2001.

Nota: Los días se consideran de 8 horas laborables y la liquidación del costo se hace por día o fracción.

Cargador sobre llantas

Marca: 76 Allis Chalmers

Modelo: 840 B

Capacidad: 0,95 m³ (1-1/4YD3)

Motor: Diesel 83 hp

Peso: 5591 kg (12.328 lbs)

Llantas: 4 de 16.90* 24-10

Valor del equipo: US\$31.192 = \$71.741.600

Tasa de cambio: 1 US\$ = \$2.300

Valor de llantas: \$5.615.988

Valor total del equipo = \$77.357.588

Valor depreciable = 77.357.588 - 11.603.382(15%) = \$65.754.206

Vida económica del equipo = 8.000 horas.

Depreciación horaria. = \$ 8.219

Vida útil de las llantas = 1.500 horas

COSTOS DE PROPIEDAD

Valor depreciable * C/1.000 = \$65.754.206 * 0.26375/1.000 = \$17.343

COSTOS DE OPERACIÓN

Reparaciones (mano de obra y repuestos) = 1.2375* depreciación
= 1.2375 * \$8.219 = \$10.171

Valor llantas/ vida útil = \$5.615.988/ 1.500 horas = \$3.744

Cuadro núm. 40. Posibles cargos a los usuarios por servicios complementarios

CLASE DE EQUIPO	TIEMPO DE OCUPACIÓN	TARIFA \$/ unidad
Uso de parqueadero vehículos terrestres	día	4.000
Seguridad a las embarcaciones	día	10.000
Seguridad a la carga (toneladas)	día	1.000
Arriendo de oficinas (metro cuadrado)	mes	20.000
Otros servicios	Depende de las características y calidad del servicio prestado.	

Nota. Se consideran días de 24 horas y se liquida por día o fracción.

Para la determinación de los niveles de peaje por aplicar en el río, se plantea seguir el siguiente procedimiento:

Considerar el valor de las inversiones necesarias para lograr el mejoramiento de la hidrovía y su mantenimiento en 20 años.

Añadir a este valor el 20% del costo de la reforestación, bajo el supuesto de que el Ministerio del Medio Ambiente y los departamentos de la zona de influencia directa financien el resto de dicho costo.

Adicionar los costos de operación de la hidrovía, la cual estaría a cargo de la empresa privada creada al efecto para la concesión.

Proyectar los volúmenes de carga por mover por la hidrovía, calculando las toneladas kilómetros planificadas a partir de la puesta en explotación de las inversiones de mejoramiento de la hidrovía.

Esta proyección se realiza por medio del modelo de transporte.

Se puede aplicar la siguiente expresión de cálculo:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{I_i + O_i}{T_i} \right)}{(d + 1)^n}$$

En donde:

P = Peaje por el uso de la hidrovía (pesos/t-km)

I = Inversión para la recuperación de la hidrovía y su mantenimiento
Se incluye la parte de la reforestación asumida por el proyecto
(miles de pesos)

O = Costo anual de operación de la hidrovía (miles de pesos)

T = Tráfico total de carga por la hidrovía (mil toneladas-kilómetros)

d = Tasa de descuento

n = Número de años del proyecto

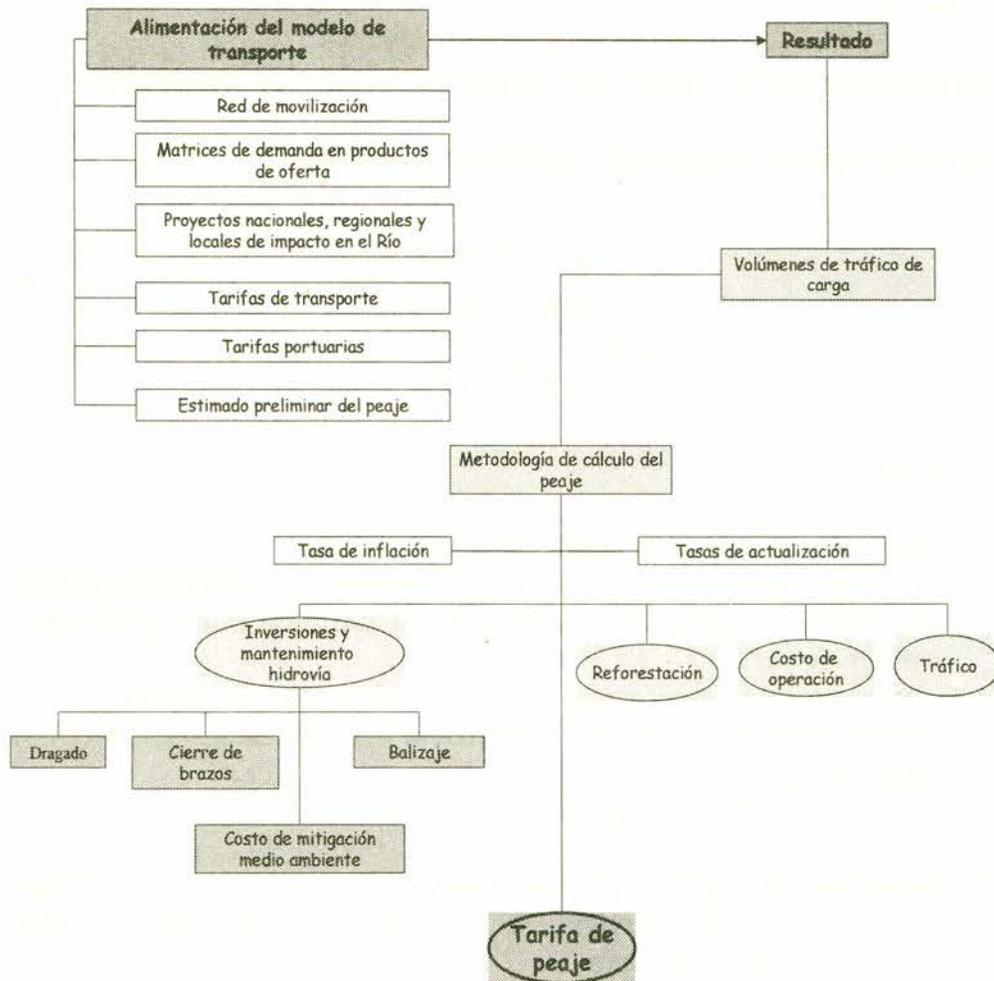
Determinación de ingresos por concesión. Para considerar la entrega en concesión de una hidrovía, se hace necesario considerar, entre otros, los siguientes factores:

⌘ *Antecedentes de la administración de la hidrovía*

Tradicionalmente, los ríos han estado a cargo, de manera directa, del Estado, y las actividades de conservación y desarrollo le han correspondido al Ministerio de Transporte.

Las obras de conservación, adecuación y mantenimiento de la hidrovía, así como las de construcción de instalaciones portuarias han sido muy precarias, y las de dotación de equipos de manejo de carga totalmente nulas.

Gráfico núm. 10 Esquema del proceso metodológico para el cálculo del peaje por el uso de una hidrovía.



Fuente: Estudio de demanda del río Meta.

La anterior situación obedece en gran parte a la falta de planeación y, sobre todo, de voluntad política para desarrollar un sistema de transporte complementario. De manera general, en el país ha primado el transporte por carretera, con detrimento de los demás modos de transporte. A lo anterior hay que agregarle el descuido por parte del Estado para adelantar programas de desarrollo en regiones del país distintas a la andina y, como consecuencia lógica, se registra muy poca o casi nula producción en la región.

⌘ *Alternativas futuras de administración de las hidrovías*

Siguiendo la tendencia mundial, el Gobierno nacional ha adelantado programas de entrega de algunas carreteras de carácter nacional a concesionarios privados, con relativo éxito. La filosofía consiste en que personas o empresas privadas se encarguen de la recuperación, del mantenimiento, de la explotación y de su administración, teniendo como contraprestación el ingreso derivado del pago del uso de la infraestructura y de los servicios prestados, por un lapso determinado y bajo unas condiciones específicas.

De manera similar se ha pensado en la posibilidad de entregar en concesión la explotación de los principales ríos con sus principales puertos fluviales, si la demanda de transporte lo amerita.

Por supuesto que la alternativa de entregar en concesión las hidrovías puede tener distintos escenarios, con respecto al cubrimiento y a diferentes periodos, dependiendo de la viabilidad técnica, de la viabilidad económica y, sobre todo, de las políticas que el Gobierno considere adecuadas, según las necesidades de las regiones, de la capacidad y de las prioridades que establezca el Estado.

Determinación de posibles ingresos al concesionario

Uno de los aspectos más importantes que harán posible la viabilidad de dar en concesión la explotación de los ríos a personas o a firmas privadas son los posibles ingresos que se puedan recaudar en contraprestación por el uso del río, de las instalaciones portuarias y de los servicios complementarios que se presten.

A continuación se presenta, de manera aproximada, un esquema de los posibles ingresos por los diferentes conceptos:

⌘ *Uso de la hidrovía*

En términos generales en Colombia, el Gobierno es el encargado de la infraestructura de transporte, y en este sentido invierte y cobra peajes en algunos sitios por el uso de la vía o cede a concesionarios la explotación de la vía por un tiempo determinado, con base en algunas condiciones de manejo y retribución económica.

El costo por uso de la hidrovía se puede calcular de tres formas:

De acuerdo con los costos de inversión. Consiste en calcular los costos de adecuación y mejoramiento, es decir, de la inversión; sacar una anualidad con respecto a la vida útil del proyecto y dividir el valor por el número de viajes y de toneladas transportadas.

Esta forma no se considera adecuada, por cuanto los montos de las inversiones son relativamente altos, tienen incidencia en otros sectores de la economía diferentes al río y se hacen en diferentes épocas aún no previstas.

De acuerdo con políticas de estímulo de uso de la hidrovía. Los valores cobrados oficialmente de peaje, en la práctica, no necesariamente cubren todos los costos de construcción y mantenimiento; se hace necesario fijar políticas a fin de estimular el uso del río y, por lo tanto, se considera que se debe establecer, para iniciar, un valor relativamente bajo, dado que no existen suficientes obras de mejoramiento, ni se ha invertido en infraestructura portuaria.

Por lo tanto, para lograr una ilustración aproximada, se parte del cálculo de posibles ingresos por diferentes conceptos, como el de fijar un valor de peaje por uso de la hidrovía, por t/km movilizada, según la clase de producto.

Cuadro núm. 41. Concepto de ingresos mensuales por uso de la hidrovía

Tipo de carga	Tonelaje transportado	Origen	Destino	Distancia Km	t- km	Tarifa \$/t-Km	Ingreso \$
Productos							

Fuente: Propuesta propia con base en el conocimiento y la experiencia personal del autor.

⌘ *Uso de instalaciones portuarias*

Otro posible ingreso del concesionario es el derivado del uso de las instalaciones portuarias por los usuarios; solo será posible cobrar por estos servicios cuando existe la infraestructura correspondiente.

Cuadro núm. 42. Concepto de ingresos mensuales por uso de instalaciones portuarias

CONCEPTO	OCUPACIÓN	PERMANENCIA	TARIFA	VALOR RECAUDADO \$

Fuente: Propuesta propia con base en el conocimiento y la experiencia personal del autor.

❖ Uso de equipos de manejo de carga en los puertos
En caso de existir equipos para el manejo de carga, podrá tener ingresos por este concepto así:

Cuadro núm. 43. Concepto de ingresos mensuales por uso de equipos

CLASE DE EQUIPO	TIEMPO DE OCUPACIÓN	TARIFA	VALOR RECAUDADO \$
Uso de montacargas			
Uso grúas			
Uso cintas transportadoras			
Uso de otros equipos			
TOTAL			

Fuente: Propuesta propia con base en el conocimiento y la experiencia personal del autor.

⌘ *Otros servicios complementarios*

Además, es posible establecer algunos servicios a las embarcaciones, a la carga, a los usuarios etc., que ayudan a aumentar los ingresos del concesionario.

Cuadro núm. 44. Ingresos mensuales por servicios complementarios

CLASE DE EQUIPO	TIEMPO DE OCUPACIÓN	TARIFA	VALOR RECAUDADO \$
Seguridad a las embarcaciones			
Seguridad a la carga			
Arriendo de oficinas			
Otros servicios			
TOTAL			

Fuente: Propuesta propia con base en el conocimiento y la experiencia personal del autor.

Cuadro núm. 45. Total de posibles ingresos mensuales de los concesionarios

CONCEPTO	VALOR RECAUDADO \$	%
Uso de la hidrovía		
Uso de instalaciones portuarias		
Uso de equipos		
Otros servicios		
TOTAL		

Fuente: Propuesta propia con base en el conocimiento y la experiencia personal del autor.

3.4.8.5 *Los seguros en el transporte fluvial.* La movilización de productos y de personas en el mundo por las vías acuáticas ha sido una de las actividades más antiguas conocidas por el hombre y utilizadas para su avance en los aspectos humano, cultural y comercial; en Colombia, desde los primeros aborígenes, pasando por la conquista y la colonización española, se realizaron por mucho tiempo las actividades comerciales exclusivamente por el río Magdalena, y en la época de la República, los vapores, y luego los convoyes fluviales, introdujeron grandes cargas que incidieron en la modernización y desarrollo del país. Hoy en día se dispone de vías fluviales totalmente desaprovechadas o subutilizadas, en relación con su potencial de transporte.

La red vial del país está representada en aproximadamente 184.429 kilómetros, integrada no solo por las carreteras de orden nacional, departamental, vecinal, municipal, de otras entidades públicas y privadas, sino también por los ríos de navegación mayor permanente, navegación mayor transitoria y menor, junto con la red férrea activa, con porcentajes aproximados de participación en cuanto a su longitud así: 88,40% para las carreteras, 9,88% para las hidrovías y 1,72% para la red férrea.

Las cuencas hidrográficas del Amazonas, Orinoco y Atrato, que representan aproximadamente las tres cuartas partes del territorio colombiano, poseen 15.374 kilómetros de ríos navegables; es decir, más del 84% de las hidrovías del país, en regiones en donde no existen

el ferrocarril ni las carreteras, y en donde durante muchos años más los ríos serán el único modo de comunicación y transporte.

En 1988, el Consorcio Socimer / Ineco realizó para el Departamento Nacional de Planeación una encuesta con el fin de medir los factores o motivos de elección de un modo de transporte. La encuesta se hizo tomando 18 grupos de los principales productos, los cuales se evaluaron en función de los porcentajes ponderados de preferencia, para los siguientes factores: el precio de transporte o flete, el plazo de entrega, la regularidad en el servicio, la seguridad en el transporte, el tipo de producto, las condiciones de infraestructura, la dispersión de los clientes y otros. La encuesta arrojó los siguientes resultados:

Precio	29,61%
Seguridad	20,39%
Regularidad	18,83%;
Plazo de entrega	13,94%.

Estos factores suman el 82,77% de la totalidad.

Como se puede apreciar, el precio y la seguridad ocupan los dos primeros puestos, sumando el 50%. Estos dos factores son muy propios de las ventajas que ofrece el transporte fluvial, frente a los demás modos de transporte.

La seguridad en el transporte fluvial está en función de las condiciones de la hidrovía, del manejo de la carga, del transporte y del orden social. En cuanto a la hidrovía, se requiere la implementación de las obras necesarias para garantizar la navegación durante el mayor número de meses, si no es posible hacerlo durante todo el año, permitiendo la navegación nocturna, eliminando la sujeción directa de la estacionalidad del régimen de lluvias, de las variaciones de caudal, para unas características especificadas de las embarcaciones, eliminando la presencia de obstáculos para la navegación.

En cuanto al manejo de la carga, la seguridad se expresa en las condiciones de infraestructura portuaria y en la actividad de cargue y descargue. Sin embargo, para que la reactivación de la navegación sea una realidad, es necesario que se cumplan los niveles de servicio para el modo de transporte fluvial, ya señalados.

La seguridad en el modo fluvial se puede medir con base en los registros históricos de la accidentalidad presentada, datos de suma importancia para los dueños de las cargas, para los usuarios, para las empresas transportadoras fluviales del país, pero especialmente para las empresas extranjeras que deseen navegar o establecer comercio utilizando las hidrovías; para quienes estén pensando en tomar en concesión los ríos o los puertos; para los agentes fluviales y para todas las personas dedicadas a la importación y exportación de productos.

La autoridad fluvial en Colombia, encargada de organizar y controlar la navegación y el tráfico fluvial, tiene la facultad de sancionar las infracciones a las normas de tráfico y abrir las investigaciones de tipo administrativo en caso de accidentes, ejecutando un proceso investigativo que genera un archivo detallado del proceso, hasta llegar a su fallo de responsabilidad; sin embargo, la información sobre accidentalidad existente en los archivos de las Inspecciones Fluviales no es la suficiente, ni ha sido adecuadamente procesada para efectos de determinar el grado de seguridad en el transporte fluvial, lo cual ha dificultado la toma de los correctivos necesarios para su prevención. Veamos los datos suministrados por el Anuario Estadístico del Modo Fluvial: sin especificar con exactitud el río, sector, causas, gravedad, consecuencias, etc., y mucho menos sus resultados finales.

Cuadro núm. 46. Accidentalidad fluvial nacional histórica

CUENCA FLUVIAL	1995			1996			1997		
	INCID.	ACCID	MUERTES	INCID.	ACCID	MUERTES	INCID.	ACCID	MUERTES
MAGDALENA	9	9	10	5	6	5	8	7	3
ATRATO	0	1	10	3	4	5	0	0	0
ORINOCO	8	5	2	7	2	1	5	3	6
AMAZONAS	1	4	0	0	2	3	0	1	1
TOTAL	18	19	22	15	14	14	13	11	10

FUENTE: Anuario Estadístico de Transporte Fluvial 1997.

La información presentada en esta forma no tiene valor por sí misma; en tal sentido, un número cualquiera de accidentes no tiene mayor

significado, si tales cifras no son comparadas y evaluadas contra el número de embarcaciones existentes, contra el número y longitud de los viajes realizados, contra el volumen de carga transportada, contra el estado de navegabilidad de las embarcaciones, las características y estado de los canales navegables y otros factores que determinan las causas de los accidentes y permiten medir el nivel de riesgo. Lo mismo sucede con el número de personas muertas; pues primero sería necesario conocer específicamente la causa de la muerte y después referenciarla con las personas transportadas en el periodo de tiempo analizado, para tener un indicador que sea representativo.

Por otra parte, conocer el índice de accidentalidad, o coeficiente de seguridad, no tendría objeto alguno si no se estudiara detenidamente la causa u origen de cada caso, para tomar los correctivos adecuados y evitar o, por lo menos, disminuir nuevos accidentes.

Hay que tener en cuenta que el costo de un accidente no solo se puede medir en el valor económico del bien que se haya deteriorado, sino, especialmente, en las vidas humanas, en lo que representan para la familia, para la sociedad y el país, en términos sociales, culturales y de bienestar.

Lo anterior hace que las empresas de transporte, los usuarios y todos aquellos que se encuentran interesados en utilizar e invertir en el río no cuenten con información confiable al respecto, ni con cifras sustentadas, que les permita conocer el nivel de riesgo, y, por lo tanto, se abstienen de hacer uso de las ventajas aportadas por la vía fluvial, prefiriendo la carretera, a pesar de los mayores costos de orden económico y social y de los riesgos propios del transporte terrestre.

En cuanto a la situación e incidencia de la normatividad existente en el desarrollo del transporte fluvial en Colombia, en la normatividad jurídica se puede destacar la dispersión de normas, contenidas en diferentes resoluciones ministeriales, que están sujetas a cambios continuos de acuerdo con apreciaciones muy subjetivas, que reemplazaron al Decreto Ley 2689 de 1988, conocido como el Estatuto Nacional de Navegación Fluvial; además de esta incongruencia, se aprecia que limita la posibilidad de inversión extranjera en cuanto a

la propiedad de las embarcaciones, según lo establecido en el Decreto 3112, artículo 31; así mismo, se exige una tripulación a las embarcaciones que se considera muy voluminosa para las diversas clases de embarcaciones que navegan en las diferentes regiones del país.

Por otra parte, el Ministerio de Transporte, máxima autoridad fluvial en el país, en cumplimiento de las funciones asignadas por la Ley 336 de 1996, “Estatuto Nacional de Transporte”, y de las disposiciones contenidas en el Decreto 3112 de 1997, ha solicitado la “Habilitación de las empresas de transporte fluvial”, para lo cual uno de los requisitos es la presentación de las pólizas de seguros, cuyo cubrimiento y montos fueron fijados en la Resolución 3666 del 23 de noviembre de 1998, que a continuación se especifican:

Cuadro núm. 47. Los seguros para el transporte fluvial

CONCEPTO	CUBRIMIENTO	VALOR SMMLV
1- RESPONSABILIDAD CIVIL CONTRACTUAL EMPRESAS DE TRANSPORTE PÚBLICO FLUVIAL DE PASAJEROS.	Muerte accidental	60
	Incapacidad permanente	60
	Incapacidad temporal	60
	Gastos médicos, quirúrgicos y hospitalarios	60
	Gastos de entierro	5
2- RESPONSABILIDAD CIVIL CONTRACTUAL EMPRESAS DE TRANSPORTE PÚBLICO FLUVIAL DE CARGA	Pérdidas, averías y muerte accidental de semovientes	200
3- RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRA CONTRACTUAL TODAS LAS EMPRESAS DE TRANSPORTE PÚBLICO FLUVIAL	Daños a bienes de terceros	60
	Muerte o lesiones a una persona	60
	Muerte o lesiones a dos o más personas.	120
4- RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRA CONTRACTUAL TODAS LAS EMPRESAS QUE TRANSPORTEN HIDROCARBUROS O MATERIALES PELIGROSOS	Contaminación a las vías fluviales	250

Fuente: Resolución 3666 del 23 de noviembre de 1998. Mintransporte.

El 80% de las empresas de transporte fluvial aún no han podido ser habilitadas por la imposibilidad de obtener los requisitos exigidos, especialmente en cuanto a seguros, es decir, se encuentran navegando «piratas».

Las compañías de seguros desconocen las condiciones de seguridad brindadas por la navegación y por el transporte fluvial, debido, en primer lugar, como se ha descrito, a la carencia de estadísticas y datos concretos que permitan medir los riesgos presentados y su factibilidad de ocurrencia, que les facilite determinar los cubrimientos necesarios y fijar primas ajustadas a los índices de seguridad del medio y que sean accesibles a la capacidad económica de los navegantes. Esto hace que prefieran dedicar sus esfuerzos a otras actividades y olviden el modo fluvial o, en su defecto, decidan fijar primas muy altas, elevando el costo del transporte fluvial, lo cual se traduce en un desestímulo a su uso.

Para dar solución a la grave situación presentada, se recomienda hacer un estudio que tenga como objetivo *determinar el grado de seguridad de la navegación y del transporte fluvial en el país*, mediante el análisis y la evaluación de la accidentalidad presentada en los últimos años, con el fin de evaluar los riesgos, su probabilidad de ocurrencia, las causas y el costo que representan, frente al volumen de la carga transportada, a su valor real y al número de viajes realizados. Así mismo, hacer recomendaciones con respecto a las características de las embarcaciones adecuadas, a las condiciones de cargue, descargue y de transporte de mercancías, a la señalización y mejoramiento de los canales navegables para disminuir en lo que sea posible la probabilidad de accidentes.

Este estudio propuesto, liderado por Cormagdalena, en principio para el río Magdalena, y después por el Ministerio de Transporte para las demás hidrovías, permitiría demostrar el grado de seguridad aportado por la navegación y por el transporte fluvial, ya que no solo le traerá enormes beneficios directos, sino que le garantizará cumplir con los objetivos para los cuales fue creada. Entre los beneficios del estudio se destacan:

- ⌘ Consecución de seguros adecuados a precios razonables para los equipos de propiedad de Cormagdalena.
- ⌘ Promoción de la recuperación de la navegación y del transporte fluvial por el río Magdalena mediante la divulgación de argumentos contundentes en cuanto a la seguridad de la navegación; promoción que le corresponde como función primordial a Cormagdalena, incentivando el uso de la vía fluvial por parte de

empresarios, transportadores y comerciantes nacionales e internacionales, quienes son en realidad los que se encargarán de reactivar la navegación y el transporte fluvial por el río Magdalena.

- ⌘ Disponer de una herramienta de gran ayuda que le permitiría a Cormagdalena establecer indicadores y parámetros de decisión, como elementos de apoyo para la formulación de sus planes y programas de acción.
- ⌘ Conocimiento de los sitios y las causas de los accidentes, con el fin de tomar los correctivos pertinentes, especialmente cuando se trata de dificultades presentadas en los canales navegables o de carencias en la señalización y el balizaje; tales correctivos previenen posibles demandas de los usuarios, contra la entidad responsable de la infraestructura fluvial, en este caso Cormagdalena, por deficiencias en el servicio, con los consecuentes pagos de onerosas indemnizaciones.
- ⌘ La probable explotación de la hidrovía, mediante sistemas de participación privada para su conservación, adecuación y explotación racional, así como la operación de los puertos principales están sujetas a los posibles ingresos que le pueden asegurar la estabilidad al futuro concesionario; tal estabilidad está fundamentada, en primer lugar, en los valores recibidos por los recaudos por uso de la hidrovía, los cuales se derivan de la intensidad del tráfico, de las capacidades de las embarcaciones, de los volúmenes de carga transportada por el medio, así como del valor específico de los productos que permitan el pago por el uso de los canales navegables.
- ⌘ El prestigio de Cormagdalena y su futuro dependen de las acciones concretas que adelante en cumplimiento de las funciones que le fueron asignadas y especialmente en las gestiones que promuevan la reactivación de la navegación y del transporte fluvial, mediante la confiabilidad que le brinde la hidrovía a los potenciales usuarios.

Como conclusión se puede decir que la incidencia de los seguros en la navegación y en el transporte fluvial es muy grande y que existe un problema específico que es necesario resolver, sin esperar a que sucedan accidentes que cuesten enormes pérdidas, no solo para los usuarios,

sino para el Estado, por no tomar los correctivos precisos en el momento adecuado.

3.4.8.6 Sistema logístico del transporte fluvial. De acuerdo con la experiencia y el conocimiento expuesto, se llega a la conclusión de que solo será posible reactivar la navegación y el transporte por los ríos cuando se dé confiabilidad al usuario y al dueño de la carga, mediante un proceso y un mecanismo de logística, que le garantice el transporte puerta a puerta de la carga, en un periodo determinado de tiempo, con tarifas competitivas y bajo la responsabilidad de operadores de transporte multimodal.

Recordemos que, como se anotó, el Consorcio Socimer / Ineco, en 1988, elaboró una encuesta para el Departamento Nacional de Planeación sobre los motivos de elección o de preferencia de un modo de transporte por parte de los usuarios. El resultado obtenido fue: precio, 29,61%; seguridad, 20,39%; regularidad, 18,83%; plazo, 13,94%; que suman el 82,77%; los demás factores tuvieron porcentaje por debajo del 10%.