

OPTIMIZACIÓN DEL TRANSPORTE FLUVIAL DE PASAJEROS EN LA EMPRESA MINEROS S.A.

Luis Gabriel Márquez Díaz

Magíster en Ingeniería con énfasis en Transporte, Grupo de Investigación y Desarrollo en Planeación y Operación del Transporte – GIDPOT – Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Carretera central del norte, Tunja, Colombia,
+57(8)7422174/75, Luis.marquez@uptc.edu.co

Julio Quintero

Gerente Cadenade Abastecimiento– MINEROS S.A., Medellín, Colombia. Carrera 43A No. 14-109. Edificio Novatempo, Piso 6, +57(4) 2665757, julio.quintero@mineros.com.co

Luis Fernando Villa Tabares

Ingeniero Mecánico, JefeDepartamento de Transportes y Obras Civiles– MINEROS S.A., El Bagre, Antioquia, Colombia. Calle 46 No. 46-01, +57(4) 8372383,
luis.villa@mineros.com.co

RESUMEN

MINEROS S.A. es una empresa colombiana de capital privado, dedicada a la explotación de los aluviones auríferos profundos del valle del Río Nechí, cuyas operaciones están localizadas en los municipios de El Bagre y Zaragoza, en el pujante departamento de Antioquia. Cuenta con cinco dragas de cangilones para la extracción y procesamiento de las gravas auríferas, y cinco dragas de succión, dedicadas a la remoción y transporte hidráulico de las arcillas y limos, sin oro; estas dragas se encuentran agrupadas en cinco unidades de producción que se localizan en forma dinámica sobre la zona.

La demanda por transporte en la empresa, al igual que las actividades realizadas, es continua, 24 horas todos los días del año, y está condicionada por la programación de turnos de trabajo y por la localización de las unidades de producción. En el año la empresa transporta por río 352,206 pasajeros, con una distancia promedio entre el puerto principal y las unidades de producción de 33.84 km y una distancia promedio para los movimientos entre dragas de 8.17 km, lo que significa un total de 1'025,133 km/año y un costo aproximado de operación del transporte fluvial de 3,090'643,585 COP, es decir 1'717.024 USD.

El servicio de transporte fluvial de pasajeros es prestado por el departamento de transportes de la empresa, que cuenta en general con embarcaciones (botes) de 25 pies y motores de 200 HP. A pesar de que se ha intentado transportar el personal garantizando el buen desempeño de los frentes de trabajo de la empresa, encuestas de satisfacción han identificado algunos problemas del sistema a partir de las quejas más frecuentes de los usuarios.

Para solucionar estos problemas, antes de que afecten negativamente el clima organizacional, se desarrolló un estudio para evaluar la operación actual del transporte fluvial de pasajeros y recomendar la operación de transporte más ajustada a las necesidades de la empresa. Para optimizar los servicios de transporte fluvial se aplicó un estudio técnico de planeación operativa, el cual abarcó tres grandes ámbitos: la demanda, la oferta y la prestación del servicio. La toma de decisiones se apoyó en la aplicación de encuestas de preferencias declaradas y entrevistas con personal clave, que permitieron conocer las percepciones acerca del servicio prestado y la manera como el servicio podría mejorarse.

El modelo de optimización utilizado permitió evaluar cuatro escenarios de operación: TRAP (Trasladar el puerto), CAT DRAG (Cambiar turnos en dragas), IF CAR (Integración fluvial – carretero) y SETUP SYNC (Seguir con turnos y puerto sin cambios). El primer escenario propuso cambios en la distribución espacial de la demanda, el segundo afectó la distribución temporal de viajes, el tercero supuso un nuevo servicio de transporte terrestre integrado con el fluvial y el último consideró una serie de estrategias para optimizar la operación actual.

En el escenario más favorable se encontraron ahorros en los consumos de combustible de la operación del transporte fluvial superiores al 15% y en consecuencia una reducción aproximada de 300,000 kg en emisiones de CO₂. Así mismo, se logró mejorar la calidad del servicio, específicamente la percepción de los atributos comodidad y puntualidad por parte de los usuarios y operadores del servicio.

1. INTRODUCCIÓN

El sistema fluvial de Colombia se encuentra repartido en cuatro cuencas mayores y una región de cuencas menores, a saber: Cuencas del Atrato y el Magdalena, que vierten hacia el norte al océano Atlántico; cuencas del Orinoco y del Amazonas, que vierten hacia el oriente al océano Atlántico, y la región Occidental de cuencas menores que vierten hacia el océano Pacífico¹.

En Colombia, los principales ríos del sistema fluvial (Figura 1) representan una longitud total de 24.725 km de los cuales son navegables en forma permanente 7.063 km, y en algunas épocas del año, 18.225 km.

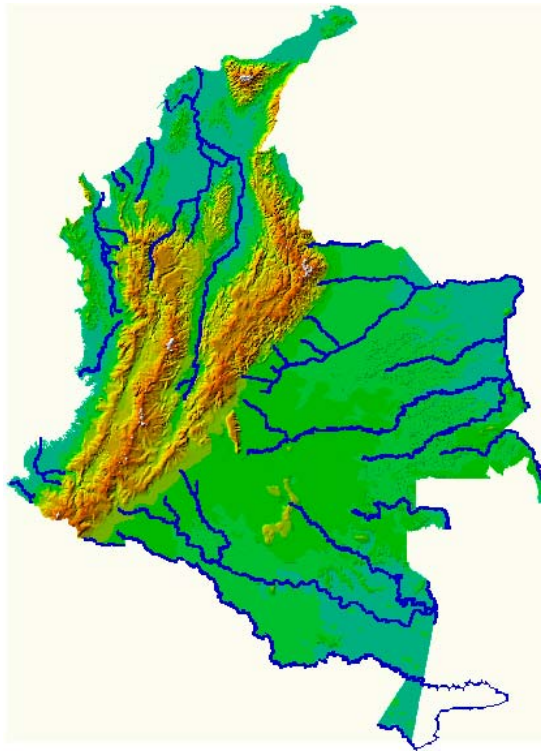


Figura 1. Sistema fluvial Colombiano

Fuente: UT², 2008

¹ Ospina Hernández, Mariano. La navegación fluvial en Colombia. Organization of American States. Washington, D.C. 2008. Documento en línea. <http://www.oas.org>

² Unión Temporal Modelación del Transporte UPTC – UNALMED – UNINORTE. Investigación para desarrollar y poner en funcionamiento modelos de demanda y oferta de transporte, que permitan proponer opciones en materia de infraestructura, para aumentar la competitividad de los productos colombianos. Bogotá, 2008.

En el transporte fluvial de Colombia, predomina la movilización de carga sobre el transporte de pasajeros. Las estadísticas nacionales del sector indican que anualmente se movilizan 7.262.398 pasajeros³, cifra relativamente pequeña si se compara con el total de pasajeros que se movilizan por carretera, que es superior a 128 millones de pasajeros⁴.

No muchas empresas de capital privado utilizan el modo fluvial como alternativa de transporte de pasajeros; sin embargo, MINEROS S.A. que es una empresa dedicada a la explotación de oro y que tiene su operación aluvial en los municipios de El Bagre y Nechí, en Antioquia, aprovecha el canal navegable conformado por los ríos Tigüí y Nechí para movilizar su personal de trabajadores.

MINEROS S.A. cuenta en la actualidad con cinco dragas de cangilones para la extracción y procesamiento de las gravas auríferas, y cinco dragas de succión, dedicadas a la remoción y transporte hidráulico de las arcillas y limos, sin oro, correspondientes a la sobrecarga. Estas dragas se encuentran agrupadas en cinco unidades de producción que se localizan en forma dinámica sobre la zona, esto significa que en términos de programación de la operación del transporte fluvial de pasajeros, la localización de las unidades de producción cambiará con el paso del tiempo y en consecuencia será necesario ajustar permanentemente la operación a las nuevas condiciones imperantes en la explotación.

MINEROS S.A. tiene una capacidad de explotación de 19 a 21 millones de metros cúbicos anuales, con tenores promedio entre 120 y 150 mg/m³. Su producción anual es del orden de 2,500 kilos de oro fino y genera más de 600 empleos directos.

La demanda por transporte esperada en MINEROS S.A. para el año 2011 asciende a 352.206 pasajeros, cifra que representa el 4,85% de la demanda total por transporte fluvial que se genera en Colombia. A partir de la aplicación de encuestas de satisfacción, la empresa determinó que el servicio de transporte fluvial no satisface a los usuarios y en consecuencia se ha convertido en un factor que afecta negativamente el clima organizacional. Por esta razón, y antes de que el problema afectase perjudicialmente la producción de la empresa, se desarrolló

³ Ministerio de Transporte. Anuario Estadístico 2004. Oficina Asesora de Planeación. Bogotá, 2006.

⁴Ibid.

el trabajo que se reporta en este documento, el cual se orientó por los siguientes objetivos generales:

- Analizar y evaluar la operación actual del transporte fluvial de pasajeros
- Diseñar y recomendar la operación de transporte más ajustada a las necesidades de la empresa.

2. METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos propuestos se definió una metodología que se enmarca en la ejecución de un estudio técnico de planeación operativa para optimizar el servicios de transporte fluvial de pasajeros que presta la empresa. La metodología abarcó tres grandes ámbitos: la demanda, la oferta y la prestación del servicio, cuya puesta en práctica se hizo desarrollando actividades como: acopio de información secundaria, recopilación de información primaria, análisis de información y modelación de alternativas. La toma de decisiones se apoyó en la aplicación de encuestas y entrevistas con personal clave, que permitieron conocer las percepciones acerca del servicio prestado y la manera como el servicio podría mejorarse.

Con respecto a la demanda de transporte se estudiaron las necesidades de movilización del personal de MINEROS S.A. El análisis de la demanda tomó como base la localización espacial de las actividades a realizar y se alimentó de los registros históricos que lleva la empresa. Se dio especial énfasis a los lugares que originan o atraen el mayor número de pasajeros, es decir el puerto y las unidades de producción.

Además de la localización espacial se estudió la distribución temporal de la demanda puesto que se entiende que la demanda se encuentra localizada no solamente en el espacio sino también en el tiempo, para esto se identificaron claramente los turnos de los servicios programados y se trató de determinar un patrón de comportamiento de la demanda manifiesta. En este sentido, se determinaron los patrones de demanda horarios, diarios, semanales, mensuales y anuales, con base en los registros históricos que lleva la empresa MINEROS S.A.

Cada grupo de interés fue estudiado de manera particular para tratar de aislar las condiciones específicas en las que reciben el servicio de transporte fluvial. De esta manera, fueron considerados en el análisis de la demanda de transporte: el personal de turno de las unidades de producción, el personal de las cuadrillas de lavada, el personal de la cuadrilla de linieros, el personal de la cuadrilla de reparación, el personal de la cuadrilla de reparaciones eléctricas y el área de seguridad física.

Junto con la cuantificación de las necesidades de movilización para cada uno de estos grupos, se aplicó un estudio de preferencias en la prestación del servicio, tanto a usuarios como a prestadores del servicio. Estos estudios indagaron acerca de la percepción de los atributos básicos de calidad del servicio como: comodidad, seguridad, rapidez, y puntualidad.

Se propuso también un experimento de preferencias declaradas para estimar un modelo de tipo Logit con el cual fue posible identificar técnicamente la importancia de cada uno de los atributos observados por los usuarios en la prestación del servicio.

Con relación a la oferta se estudiaron las características operacionales de los canales navegables, de los equipos y del puerto.

El análisis de los canales navegables fue muy básico, considerando algunos aspectos generales con base en información secundaria, tales como profundidades de navegación, ayudas para la navegación, días navegables al año, velocidades de navegación aguas arriba y aguas abajo, así como la capacidad de transporte.

Con respecto a los equipos se hizo un inventario de la totalidad de embarcaciones utilizadas en el transporte de pasajeros, registrando sus principales características técnicas y operacionales tales como: tipo del casco, modelo del motor, potencia del motor, horas de trabajo del motor, capacidad de pasajeros y tipo de combustible, entre las más relevantes.

El análisis de la prestación de servicio evidenció la forma como se intenta satisfacer la demanda de transporte con la oferta que se tiene disponible, es decir, evaluó la manera como se presta el servicio actual; para esto, se identificaron los

servicios prestados, se estimaron los parámetros de operación de los puertos, se determinaron los tiempos de recorrido y demoras, y se obtuvieron los costos de operación.

En cuanto a los servicios prestados se hizo la caracterización básica del sistema relacionada con la definición del servicio, identificando itinerarios, número y ubicación de paradas, la cantidad de servicios programados y los horarios.

Con la medición de los parámetros de operación de los puertos, se contabilizó los pasajeros movilizadas por cada bote en un período de servicio, así como los intervalos de despacho, además de obtener los tiempos de ciclo y tiempos en puerto para las embarcaciones de una ruta y la velocidad comercial (incluyendo demoras operacionales).

El estudio incluyó el análisis de los tiempos de recorrido de las embarcaciones a lo largo del total de la ruta; adicionalmente, se intentó establecer la ubicación, duración y tipos de demora, que se presentan durante la prestación del servicio a lo largo de una ruta para determinar parámetros e indicadores de operación.

También se estudiaron los costos de operación de las embarcaciones, así como los parámetros de costos del servicio para evaluar las diferentes propuestas de prestación del servicio.

Debido a que en cualquier sistema de transporte de pasajeros se presenta un conflicto de intereses, fue necesario definir objetivos que permitieran mejorar la calidad del servicio percibido por los usuarios y que a la vez permitieran reducir los costos de operación.

Es obvio que desde la perspectiva del usuario se busca reducir al máximo la espera, viajar con el mínimo de demoras que sea posible, contar ojalá con un servicio exclusivo, disponer de un servicio de transporte sin restricciones para familiares y en general, contar con excelentes condiciones de calidad del servicio en cuanto al equipo de transporte utilizado.

Sin embargo, desde la óptica del prestador del servicio, en este caso la empresa MINEROS S.A., es posible que se busquen otros objetivos relacionados especialmente con la reducción de costos de operación y el mejoramiento de las condiciones de seguridad. De esta forma, fue necesario definir claramente los

objetivos a considerar en el proceso de optimización del servicio, tratando de prevalecer los objetivos asociados con los usuarios que finalmente se evidencian como un mejoramiento en la prestación del servicio.

En este sentido, fueron diseñados y modelados cuatro escenarios de prestación del servicio y se recomendó la operación de transporte más ajustada a las necesidades de MINEROS S.A.

3. RESULTADOS

Puede afirmarse que toda la actividad relacionada con el transporte fluvial de pasajeros se concentra en el puerto principal, localizado en la zona industrial de El Bagre. Desde allí son controladas todas las operaciones de transporte y son prestados los servicios hacia, desde y entre las unidades de producción.

3.1. DEMANDA DE TRANSPORTE

La distribución espacial de la demanda ocasiona que en la actualidad, el tiempo de viaje desde el puerto principal hasta las unidades de producción oscile entre 45 y 60 min. Sin embargo, estos tiempos medios se incrementan debido a los desplazamientos adicionales que se deben hacer entre dragas o a las demoras ocasionadas mientras el personal se prepara para abordar los botes o por otras razones que serán discutidas más adelante.

Debe tomarse en cuenta que se tienen previstos cambios de localización de las unidades de producción en la medida que se ejecuta la actividad productiva. La Figura 2, que contiene la planeación de la explotación a largo plazo, con proyección al año 2020, muestra la forma como será este cambio en el tiempo.

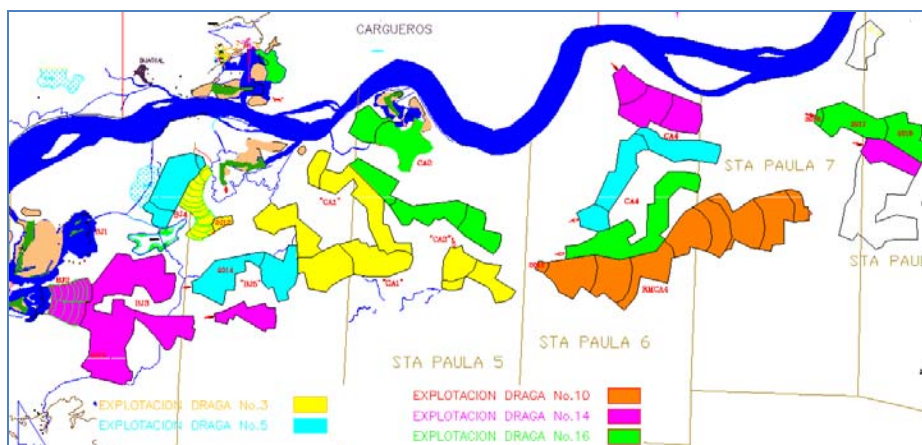


Figura 2 Planeación de la explotación a largo plazo

Al observar en detalle la información aportada por el plano se puede ver como durante los años 2015 y 2016 la localización de las dragas 5, 10 y 16 será muy favorable en términos de la operación del transporte ya que su cercanía hará que probablemente los movimientos que se generen entre ellas consuman menos tiempo del que se requiere actualmente. Este detalle se muestra en la Figura 3, que conserva las mismas convenciones de color anotadas en la Figura 2.

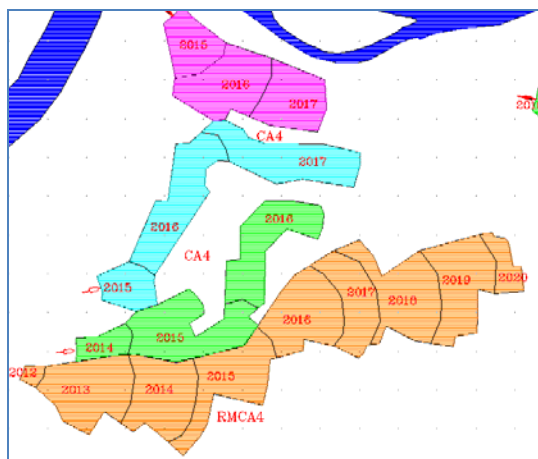


Figura 3 Detalle de la explotación a largo plazo, dragas 5, 10 y 16

Se concluye entonces, que dada la dinámica que se presenta en la localización de las unidades de producción, será indispensable ajustar la programación de la operación a medida que se localizan las dragas en nuevos sitios. Esto es particularmente válido en aquellos momentos en los que las dragas se alejen demasiado unas de otras, pues el incremento en los tiempos de viaje se traduce en mayores requerimientos de personal y equipos.

La Figura 4 muestra que los sitios con mayor demanda de transporte son el puerto principal y las unidades de producción que conjuntamente concentran el 80.0% de la actividad transportadora; otros sitios como Mina La Ye, Astillero, Bijagual y Carguero, que se consideran de importancia, representan solamente el 15.7%, mientras que todos los demás sitios reportados en las bases de datos solamente representan el 4.3% del total. Aquí se refleja la forma como se distribuye en el espacio la demanda de transporte, obteniendo un comportamiento pendular de la mayoría de movimientos que se realizan entre el puerto principal y las dragas y viceversa.

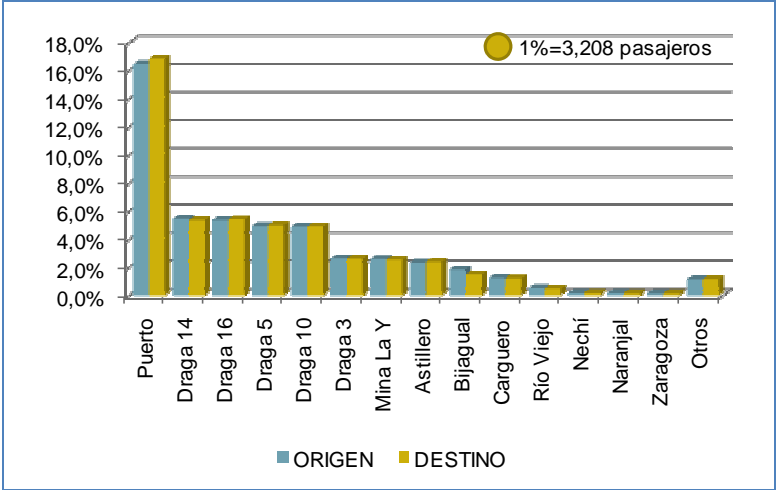


Figura 4 Distribución espacial de la demanda

Estas cifras no solo permiten dimensionar la importancia que tiene cada uno de los sitios generadores de pasajeros, sino que dan una idea de las prioridades que deben formularse en la asignación de servicios de transporte para satisfacer las necesidades de la mayoría de los usuarios del servicio.

A manera de síntesis se construyó la Tabla 1 que contiene la información con la que se hizo la validación de la programación de la operación de la empresa, la cual se espera que responda a las necesidades de movilización del año 2011.

Tabla 1 Demanda de diseño para validación de la programación

Demanda	Porcentaje	Pasajeros
Anual 2011	100.00%	352,206
Mensual	8.33%	29,339
Semanal	23.35%	6,851

Día hábil	16.41%	1,125
Pico 07:00	20.10%	227
Pico 15:00	14.30%	161
Pico 23:00	8.90%	101
Despacho Turno de blanca	8.64%	98
Despacho Turno de morena	4.82%	55
Despacho Turno de negra	4.02%	46
Despacho Lavada	2.83%	32
Despacho Reparaciones	1.42%	16
Despacho Eléctricos	0.85%	10
Despacho Linieros	0.51%	6

3.2. OFERTA DE TRANSPORTE

Debido a que la prestación del servicio se ajusta a las condiciones de demanda, la empresa no cuenta en la actualidad con un sistema de rutas de transporte fluvial, excepto quizás por los recorridos que transportan los tres turnos de trabajo, que normalmente se hacen desde el puerto principal hasta cada una de las unidades de producción, o hasta Astillero en el caso del grupo de seguridad física, puesto que es allí donde permanece el bote en el que hacen el reparto de su personal.

La mejor forma de hacer la caracterización de los recorridos que siguen los recorridos principales, es mediante una matriz de distancias como la que se presenta en la Tabla 2, que brinda una idea clara de la cercanía entre cada par de sitios extremos y por lo tanto de las condiciones en las que se ofrece el servicio de transporte entre cada par de sitios.

Tabla 2 Matriz de distancias (kilómetros) entre sitios principales

O/D	Puerto	Draga 3	Draga 5	Draga 10	Draga 14	Draga 16	Mina La Ye	Astillero	Bijagual	Carguero
Puerto	-	41.2	28.9	30.7	36.7	31.7	2.3	40.1	39.1	41.0
Draga 3	41.2	-	13.2	11.9	4.4	9.4	-	3.2	3.2	3.1
Draga 5	28.9	9.3	-	9.2	11.7	11.4	-	15.5	12.8	15.4
Draga 10	30.7	10.5	9.2	-	6.0	2.4	-	9.3	8.4	10.3
Draga 14	36.7	4.5	11.7	6.8	-	4.4	-	7.0	3.6	6.3

Draga 16	31.7	9.1	11.4	2.4	4.5	-	-	8.6	8.7	11
Mina La	2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Astillero	40.1	3.1	15.5	11.0	7.0	8.6	-	-	0.4	3.0
Bijagual	39.1	3.2	12.8	9.0	3.6	1.5	-	0.4	-	2.7
Carguero	41.0	3.1	15.4	10.3	6.3	2.5	-	3.0	2.7	-

Desde el puerto principal hacia las dragas y viceversa, la distancia promedio es de 33.84 km; la draga que actualmente se encuentra más alejada del puerto es la draga 3, a una distancia de 41.2 km, en tanto que la draga 5 es la que se localiza más cerca. Con respecto al movimiento entre las dragas se tiene que el recorrido promedio está representado por una distancia de 8.17 km. La distancia promedio desde las dragas hasta Astillero, Bijagual y Carguero es de 8.29 km, situación que los ubica en un lugar estratégico para concentrar algunas actividades relacionadas con la producción.

Otros datos que se consideran relevantes con respecto a la oferta del servicio, son los tiempos que tardan los recorridos normales entre cada par OD. Esta información ha sido dispuesta en la Tabla 3, que resume los tiempos promedios reportados por los operadores entre cada uno de los pares conformados por los sitios principales donde se presta el servicio.

Tabla 3 Matriz de tiempos (minutos) de recorrido entre sitios principales

O/D	Puerto	Draga 3	Draga 5	Draga 10	Draga 14	Draga 16	Mina La Ye	Astillero	Bijagual	Carguero
Puerto	-	48	43	41	49	51	8	58	54	61
Draga 3	56	-	21	20	14	10	-	20	14	7
Draga 5	41	21	-	16	16	22	-	19	19	17
Draga 10	44	19	17	-	14	24	-	16	21	29
Draga 14	49	14	16	15	-	16	-	15	11	24
Draga 16	57	10	22	20	16	-	-	15	10	9
Mina La		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Astillero	64	8	20	21	11	10	-	-	12	9

Bijagual	57	9	20	22	11	11	-	8	-	12
Carguero	68	11	16	25	19	15	-	13	10	-

En promedio, el tiempo de recorrido desde el puerto hacia las dragas y viceversa es de 48 min, equivalente exactamente al 10% del tiempo que tiene la jornada laboral; esto indica que dadas las condiciones de oferta de transporte, los usuarios del servicio en los turnos principales deben permanecer en los botes un tiempo equivalente al 20% de una jornada laboral. Entre las dragas el tiempo promedio de recorrido es de 23 min, mientras que desde las dragas hacia Astillero, Bijagual y Carguero y viceversa, el tiempo promedio de recorrido es de 16 min, para un promedio general de 20 min.

La información contenida en la Tabla 2 y en la Tabla 3 permite calcular la velocidad efectiva que es ofrecida por el sistema, cuyo promedio ponderado en función de la distancia se ubica en 39.8 km/h. Naturalmente esta velocidad es menor a la velocidad de operación, que de acuerdo con la información acopiada en las entrevistas y algunas observaciones hechas en campo puede ser del orden de 60 km/h.

Se encontró además que la velocidad efectiva es mayor para los recorridos largos, en comparación con recorridos de menor longitud. En el caso de los recorridos del puerto a las dragas y viceversa, la velocidad efectiva media es de 42.6 km/h, mientras que para los recorridos que se realizan entre las dragas la velocidad media efectiva es de 29.9 km/h, ligeramente inferior a la que se presenta entre las dragas y Astillero, Bijagual y Carguero, que es de 32.2 km/h. Recorridos cortos como el realizado entre el puerto principal y Mina La Ye ofrecen en promedio una velocidad efectiva de 19.2 km/h.

En conclusión, las rutas ofrecidas a los usuarios son largas y presentan unos tiempos de recorrido que se consideran relativamente grandes, en especial cuando se comparan con la duración de una jornada laboral normal, ya que al menos una quinta parte de la jornada de trabajo debe dedicarse al transporte en los recorridos principales, más el tiempo que eventualmente se requiera para realizar otros desplazamientos.

La información acopiada durante las visitas de campo da cuenta de 16 cascos, de los cuales únicamente 14 se encuentran en servicio, tal como se aprecia en la Tabla 4, que contiene además información de clase, tamaño, sitio de fabricación, capacidad y estado. La mayoría de los botes están a cargo de la oficina de transporte, excepto los números 3, 13 y 16 que están a cargo del grupo de seguridad física.

Casi todos los cascos son de estructura plana, aunque se cuenta también con casos en V, que son propios de la navegación marítima y otros de tipo triedral que, de acuerdo con la información suministrada por mantenimiento, son los que mejor desempeño fluvial tienen. Los botes en V, a pesar de que presentan algunas ventajas asociadas con un mayor control de maniobras en los giros, tienen el inconveniente que calan más y por lo tanto pueden sufrir daños o incluso tener restricciones de operación en épocas de estiaje.

Tabla 4 Listado de cascos

No.	Clase de Casco	Tamaño (pies)	Fabricación	Capacidad (Pasajeros)	Estado* Casco	Estado Carpa	En uso
1	V	31	Todomar	22	Regular	Regular	NO
3	Plano	23	Eduardoño	14	Bueno	Regular	SI
4	Semi V	25	Firpol-	22	Regular	Regular	SI
5	Plano	23	Eduardoño	14	Regular	Regular	SI
7	V	25	Figlas S.A.	22	Bueno	Bueno	SI
8	V	31	Todomar	22	Bueno	-	NO
9	Plano	23	Eduardoño	14	Regular	Regular	SI
10	Plano	25	Eduardoño	22	Regular	Regular	SI
11	Plano	25	Eduardoño	22	Regular	Malo	SI
12	Triedral	25	Figlas S.A.	22	Regular	Malo	SI
13	Triedral	25	Figlas S.A.	22	Bueno	Bueno	SI
14	Plano	25	Eduardoño	22	Regular	Regular	SI
15	Plano	25	Eduardoño	22	Malo	Regular	SI
16	Plano	25	Eduardoño	22	Bueno	Bueno	SI
17	Plano	25	Eduardoño	22	Regular	Regular	SI
20	Triedral	25	Figlas S.A.	22	Bueno	Bueno	SI

El tamaño de casco más común es de 25 pies con capacidad para 22 pasajeros, también se encuentran cascos de 23 pies con capacidad para 14 pasajeros; hay

solamente un casco de 31 pies, con capacidad para 24 pasajeros, pero está fuera de servicio y se encuentra varado en Cartagena desde abril de 2010.

Los principales proveedores de cascos para MINEROS S.A. han sido Eduardoño y Figlas S.A., aunque se observa una tendencia a preferir los cascos de Figlas S.A. Sobre el particular, se obtuvo información de un nuevo bote de 25 pies, de casco triedral, con capacidad para 22 pasajeros, que entrará al servicio en los próximos meses, proveniente precisamente del astillero de Figlas S.A.

3.3. ANÁLISIS DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO

Durante el año 2010 fueron realizados 64,114 movimientos en comparación con los 57,441 movimientos cumplidos durante el 2009, significando un incremento de 11.61% de un año a otro. La mayoría de los movimientos se producen casi siempre entre los mismos lugares, tal como se puede ver en la Tabla 5, que solo entre 10 sitios diferentes totaliza 57,764 movimientos, equivalentes al 90.1% de los movimientos producidos durante 2010.

Tabla 5 Movimientos entre los principales sitios (Incluye Linieros)

O/D	ASTILLERO	BIJAGUAL	CARGUERO	D10	D14	D3	D5	MINA LA YE	PUERTO	D16
ASTILLERO	0	130	620	341	708	685	343	0	631	535
BIJAGUAL	209	0	252	398	422	474	354	0	226	559
CARGUERO	523	164	0	181	270	414	176	0	397	215
D10	370	514	142	0	1.333	365	1.200	4	1.398	1.640
D14	875	605	259	1.111	0	950	808	0	1.668	1.270
D3	722	329	449	356	872	4	318	0	931	1.042
D5	344	392	112	1.274	1.019	325	0	4	1.559	918
MINA LA YE	0	1	0	1	0	0	1	0	3.318	0
PUERTO	583	288	335	1.582	1.480	829	1.944	3.334	0	1.604
D16	460	426	197	1.769	1.387	989	886	0	1.642	0

Con origen o destino en el puerto principal se tienen 23,748 movimientos equivalentes al 37.04%, mientras que el movimiento entre las dragas suma 19,836 movimientos que corresponden al 30.93% del total.

La relación existente entre las unidades de producción y sitios de interés como Astillero, Bijagual y Carguero acumula 10,226 movimientos, equivalentes a 15.95%. Entonces, los movimientos realizados entre las dragas más la relación existente entre éstas y los sitios Astillero, Bijagual y Carguero suman 30,062 movimientos que corresponden a 46.89%.

Los recorridos vacíos corresponden al 24.58% del total, es decir 15,760 recorridos vacíos durante el año, lo cual se considera razonable bajo el entendido que, dadas las condiciones de demanda de transporte, es necesario realizar algunos recorridos operacionales vacíos.

Los análisis y proyecciones efectuados sobre el periodo observado indican que durante el año 2010 la empresa recorrió 911,079 km, distancia equivalente a 22.7 veces la circunferencia del globo terráqueo ó a 2.37 veces la distancia que hay hasta la luna. La cantidad de kilómetros recorridos al mes es variable (Figura 5) y durante el 2010 se obtuvo un promedio mensual de 75,923 km/mes, con una desviación típica de 4,039 km.

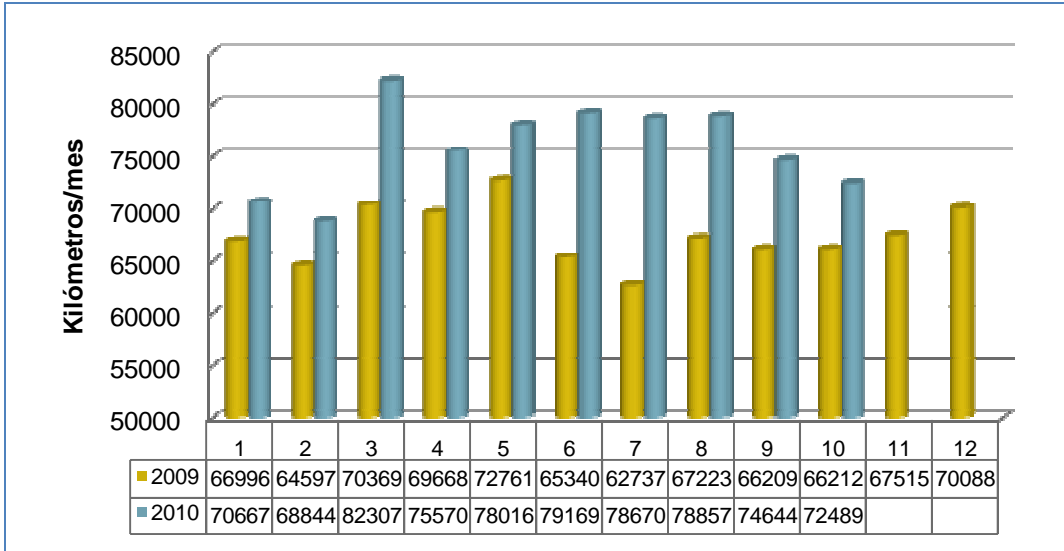


Figura 5 Kilómetros recorridos al mes

La Tabla 6 muestra que en promedio son despachados desde el puerto principal 14.82 pasajeros/bote. Esto indica que, bajo las condiciones actuales de operación, si la demanda estuviera uniformemente distribuida por despacho sería necesario utilizar botes de aproximadamente 15 pasajeros de capacidad para cumplir con los servicios principales desde el puerto. Así mismo, el cálculo realizado con la información de llegadas al puerto da como resultado un valor de 13.2 pasajeros/bote, indicando que al regreso la utilización de los botes se hace en forma diferente y un poco menos eficiente. En realidad se habría esperado que los dos valores resultaran muy similares, pero en la práctica, el regreso del personal al puerto se distribuye temporalmente en un periodo más extenso.

Tabla 6 Utilización del servicio despachado desde el puerto principal

Turno	Pasajeros	Despachos	Pasajeros/bote
Turno de blanca	27,707	1,504	18.4
Turno de morena	15,453	1,143	13.5
Turno de negra	12,908	1,106	11.7
Lavada	9,075	558	16.3
Reparaciones	4,546	229	19.9
Eléctricos	2,715	201	13.5
Linieros	1,644	223	7.4
Taladros	476	61	7.8
Topógrafos	17	3	5.7
Suma	74,541	5,028	14.8

La mayor utilización de equipo es exigida por la cuadrilla de reparaciones con promedio de 19.9 pasajeros/bote, seguida por el turno de blanca con 18.4 pasajeros/bote, cuyos coeficientes de capacidad utilizada son de 90.5% y 83.6% respectivamente. En este sentido, dado que se espera a futuro un incremento en la demanda de transporte (ver Tabla 1), parece razonable la utilización de botes con capacidad de 22 pasajeros, al menos para atender la demanda de transporte que se genera por los movimientos principales desde el puerto.

No se obtuvieron indicadores tan alentadores cuando se evaluó la utilización del equipo de transporte asignado para atender las necesidades de movilización entre dragas, pues se encontró que en promedio son transportados 3.98 pasajeros/bote, equivalentes a un coeficiente de capacidad utilizada de 18.09%, muy inferior si compara con un coeficiente de capacidad utilizada estándar que debería ser mínimo de 70%, es decir de unos 15 pasajeros/bote. El detalle de esta información se presenta en la Tabla 7.

El resultado encontrado es significativo puesto que, teniendo como objetivo la optimización del servicio de transporte, sería viable proponer que el transporte de personal entre dragas se haga con botes de menor capacidad, con esto no solo se mejoraría el coeficiente de capacidad utilizada sino que posiblemente reduciría los consumos de combustible.

Tabla 7 Utilización de botes para movimientos entre dragas (pasajeros/bote)

O/D	Draga 3	Draga 5	Draga 10	Draga 14	Draga 16
Draga 3	-	4,57	3,74	4,08	3,42
Draga 5	4,18	-	3,97	4,34	4,28
Draga	3,68	3,97	-	3,89	3,65
Draga	4,12	4,32	3,82	-	3,85
Draga	3,90	4,25	3,77	3,84	-

La utilización de los botes en otros movimientos, que no tienen en sus extremos ni al puerto ni a las unidades de producción, indica que en promedio se transportan 4.8 pasajeros/bote, equivalentes a un coeficiente de capacidad utilizada de 21.8%. Sin embargo, en algunos de esos movimientos son utilizados los botes a capacidad, así que proponer el uso de botes de menor capacidad afectaría sin duda la operación de algunos servicios específicos.

3.4. ESCENARIOS

Se estudiaron cuatro escenarios siguiendo líneas de actuación diferentes, identificados así:

- TRAP. Trasladar el puerto.
- CAT DRAG. Cambiar turnos en dragas.
- IF CAR. Integración fluvial - carretero
- SETUP SYNC. Seguir con turnos y puerto sin cambios.

El primer escenario propone la relocalización de las actividades que se concentran en el puerto principal, el segundo se enmarca en una propuesta de gestión de la demanda para tratar de suavizar los picos que se presentan a ciertas horas del día, el tercer escenario evalúa la posibilidad de integrar el transporte fluvial con un tramo por modo carretero y el último escenario propuesto intenta optimizar la prestación del servicio de transporte bajo las condiciones actuales.

En síntesis, los dos primeros escenarios proponen cambios en la distribución de la demanda de transporte, el tercero estudia una nueva alternativa de integración del servicio de transporte fluvial con el modo carretero y el último considera que las distribuciones de la demanda en el espacio y en el tiempo son las mismas y propone cambios en la operación para tratar de optimizarla.

Cada uno de los escenarios evaluados produce unos ahorros en el tiempo que pueden ser proyectados con base en los supuestos subyacentes. La Figura 6 permite comparar la magnitud de los ahorros obtenidos, siendo evidente que los mayores ahorros los aporta el escenario TRAP, que implica el traslado del puerto y los menores beneficios son obtenidos en el escenario CAT DRAG, que se basa en un cambio de los turnos de trabajo.

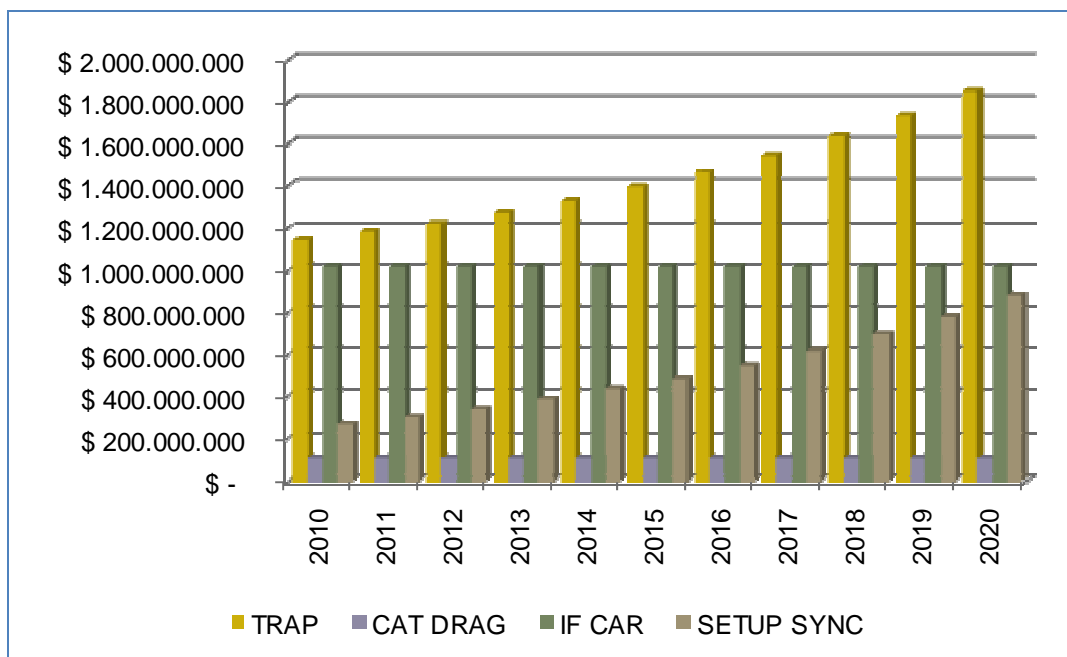


Figura 6 Proyección de los ahorros obtenidos en cada escenario

Puede verse como en el tiempo, el escenario SETUP SYNC se vuelve casi tan atractivo como el escenario IF CAR, cuyos ahorros se mantienen estáticos previendo una pérdida de eficiencia del transporte por carretera. Un mayor detalle de esta situación se encuentra en la Tabla 8, que presenta en cifras absolutas la proyección de ahorros esperados en cada uno de los escenarios puestos en consideración.

Dos escenarios, CAT DRAG e IF CAR, suponen que los ahorros son constantes en el tiempo. Sin embargo, dadas las particularidades de los otros dos, TRAP y SETUP SYNC, se encuentra razonable suponer que los ahorros se van a incrementar en la misma medida en que se incrementa el número de kilómetros recorridos.

Se aclara de todas formas que si los supuestos subyacentes a cada escenario cambian, se esperaría un cambio en los flujos proyectados de los ahorros, aunque no se alteraría la tendencia general obtenida.

Tabla 8 Detalle de los ahorros esperados en cada escenario

Año	TRAP	CAT DRAG	IF CAR	SETUP SYNC
2010	\$ 1.140.021.710	\$ 108.000.000	\$ 1.017.616.000	\$ 269.527.080

2011	\$ 1.179.372.434	\$ 108.000.000	\$ 1.017.616.000	\$ 303.271.870
2012	\$ 1.223.649.869	\$ 108.000.000	\$ 1.017.616.000	\$ 341.241.509
2013	\$ 1.273.470.839	\$ 108.000.000	\$ 1.017.616.000	\$ 383.964.945
2014	\$ 1.329.529.395	\$ 108.000.000	\$ 1.017.616.000	\$ 432.037.357
2015	\$ 1.392.606.481	\$ 108.000.000	\$ 1.017.616.000	\$ 486.128.434
2016	\$ 1.463.580.819	\$ 108.000.000	\$ 1.017.616.000	\$ 546.991.714
2017	\$ 1.543.441.143	\$ 108.000.000	\$ 1.017.616.000	\$ 615.475.076
2018	\$ 1.633.299.981	\$ 108.000.000	\$ 1.017.616.000	\$ 692.532.556
2019	\$ 1.734.409.145	\$ 108.000.000	\$ 1.017.616.000	\$ 779.237.632
2020	\$ 1.848.177.176	\$ 108.000.000	\$ 1.017.616.000	\$ 876.798.183

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en las observaciones propias, las observaciones consignadas en las encuestas y las entrevistas sostenidas con diferentes personas de la empresa, se propone un conjunto de recomendaciones viables dirigidas a todos los actores del sistema que, en caso de ser implementadas, mejorarán las condiciones en las que se presta el servicio de transporte.

R1. Para la oficina de transporte

- Programar con mayor intensidad los botes que registren los mejores rendimientos de combustible, haciendo un seguimiento permanente de esta variable que tanto incide en los costos de operación del servicio. Se recomienda llevar una ficha de rendimiento de combustible por bote y consolidarla al final de cada mes para contar con información oportuna que permita ajustar la programación.
- Utilizar mecanismos de validación de los registros consignados en las bases de datos para garantizar la calidad de los mismos y la veracidad de las estadísticas que se generen a partir de ellos. Es particularmente importante mantener actualizados los registros de distancias entregados por ingeniería para que las estadísticas referentes al rendimiento de combustible sean válidas.

- Realizar periódicamente recorridos de inspección, con el propósito de reconocer las habilidades de cada operador, la percepción de los usuarios y el apego de los operadores a los procedimientos estándar de transporte.

R2. Para los capitanes de puerto

- Exigir siempre la presentación y entrega de la autorización original del beneficiario del servicio de transporte ajeno a la empresa, para evitar el uso del servicio por parte de personas no autorizadas.
- Llevar el registro de estadísticas de los movimientos en las dragas en aquellos periodos en los que no se cuenta con la presencia del coordinador de transporte.

R3. Para el coordinador de transporte

- Comunicar a los capitanes de draga o a quienes hagan sus veces, la hora de llegada de cada bote para que se pueda avisar el programa a los trabajadores que se encuentran en la draga, con el fin de reducir los movimientos ineficaces que fueron detectados en las visitas de campo.
- Encargarse de tomar la información que permita alimentar el registro de estadísticas de los movimientos en dragas.

R4. Para mantenimiento

- Adquirir o construir botes con un mayor espacio entre sillas, para mejorar las condiciones de comodidad de los usuarios.
- Estudiar las causas que dan origen a unos tiempos de paro significativamente altos cuando se hacen reparaciones mayores de los motores fuera de borda.
- Instalar en los botes un sistema automático de localización o un sistema automático de monitoreo con una instalación de control central localizada en el puerto principal.