

**XXII CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA
CIUDAD GUAYANA, VENEZUELA
OCTUBRE 9 AL 14 DE OCTUBRE DE 2006**

**RIO MAGDALENA – COLOMBIA
DESARROLLO DE PROYECTO PILOTO DE NAVEGACION SATELITAL – SNS, ENTRE
PUERTO BERRIO (K783) Y REGIDOR (K454)**

Manuel Alvarado Ortega
Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de Las Flores – CORMAGDALENA
IDEHA – Universidad del Norte

www.uninorte.edu.co

www.cormagdalenacom.co

malvarad@uninorte.edu.co

Teléfonos: (5) 3555382 – 3555383 – 3509206
Barranquilla - Colombia

RESUMEN

Hoy día se transporta por el río Magdalena el 4% de la carga total anual que se moviliza por el país (100 millones de toneladas). Con el interés de que se utilice mas el río, con el objetivo de reducir los costos en el transporte de carga entre el interior del país y los puertos de Cartagena y Barranquilla, para que principalmente la industria de Bogotá y Medellín pueda ser competitiva a nivel internacional, CORMAGDALENA solicitó a la Universidad del Norte desarrollar un proyecto piloto de navegación satelital (SNS) en el río Magdalena entre Puerto Berrio (K783) y Regidor (K454).

El proyecto ejecutado entre noviembre de 2004 y julio de 2005 fue probado con éxito, permitiendo a partir del 15 de diciembre de 2005 iniciar su implementación.

PALABRAS CLAVES

Río Magdalena, Sistema de Navegación Satelital, Remolcador, Estación Central, Cartas Digitales Estándar.

ANTECEDENTES

Actualmente es posible la navegación por el río Magdalena, porque desde 1823, cuando se le otorgó a Juan Bernardo Elbers, el privilegio exclusivo de la Navegación a Vapor en el río Magdalena, las empresas navieras cuentan con pilotos expertos conocedores de la corriente, que sin la necesidad de tecnología la realizan. Esto no quiere decir, que no se requiera mejorar las condiciones para tener una navegación más segura y que se reduzcan los tiempos de viaje, con lo cual se espera una reducción de costos y más aún, la competitividad del transporte fluvial.

Hacia 1972, la Misión Colombo - Holandesa en su estudio de navegación del río Magdalena, propuso un sistema de apoyo para mejorar las condiciones de navegación entre Puerto Salgar (K940) y Gamarra (K497), basada en levantamientos longitudinales del canal navegable. Con estos trabajos se logró hasta 1990, la entrega de información a los navieros unas tres veces por año. Durante la vigencia de ADENAVI (1951 - 1975), se contó en el río con una lancha de balizaje que dejaba señales en los extremos de las islas, para indicarle a los navegantes el brazo que deberían tomar. Estos trabajos que fueron exitosos en su momento, sirvieron de base para la nueva propuesta de SNS.

A partir del 2000, CORMAGDALENA empezó a presentar cartillas anuales de navegación, las cuales contenían levantamientos de orillas e islas, ubicación del canal navegable y grados de resistencia de las orillas a la erosión fluvial. El tramo Barranquilla – Cartagena - Regidor fue realizado por la Universidad del Norte en la operación del Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de las Flores y el tramo entre Regidor – Puerto Salgar, fue realizado por la Universidad Nacional de Colombia.

OBJETIVO DEL PROYECTO

El río entre Barranquilla (K0) y Capulco (K503), presenta condiciones favorables para la navegación, porque el canal navegable es relativamente estable y presenta profundidades adecuadas, permitiendo en las actuales condiciones navegación durante casi todo el año, inclusive la nocturna. Entre Capulco (K503) y Puerto Salgar (K940), el río es trezado (presenta múltiples islas), que hacen que el canal navegable presente cambios frecuentes. La navegación es muy difícil con caudales bajos y poco viables durante la noche.

Hoy día se transporta por el río Magdalena el 4% de la carga total anual que se moviliza por el país (100 millones de toneladas). Con el interés de que se utilice mas el río con el objetivo de reducir los costos en el transporte de carga entre el interior del país y los puertos de Cartagena y Barranquilla, para que principalmente la industria de Bogotá y Medellín pueda ser competitiva a nivel internacional.

Con el interés de contar con ayudas a la navegación, CORMAGDALENA solicitó a la Universidad del Norte que desarrollara un proyecto piloto de ayuda a la navegación, entre Puerto Berrio (K783) y Regidor (K454), mediante un sistema de navegación satelital, que les permitiera evaluar su versatilidad y costos para compararlo con la tradicional señalización con boyas, la cual resulta oneroso en instalación y mantenimiento para la Corporación. Entre Noviembre de 2004 y Julio de 2005, el proyecto fue ejecutado a través de dos Grupos de Investigación: Instituto de Estudios Hidráulicos y Ambientales - IDEHA (Categoría A de COLCIENCIAS) y Telecomunicaciones y Señales (Categoría B de COLCIENCIAS), como parte del contrato 000028/04, celebrado entre la Universidad del Norte y CORMAGDALENA, para la operación científica del Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de Las Flores.

El Proyecto tiene como objetivo general, facilitar la navegación, especialmente durante los períodos de niveles críticos y durante las 24 horas del día, de tal manera que se incremente la confiabilidad y seguridad de la flota fluvial. Igualmente que se disminuyan los tiempos de viaje, para que finalmente se logre una disminución significativa en costos de transporte, entre el interior del país y los puertos de la costa caribe. Los otros objetivos del proyecto son los siguientes:

- Mejorar las condiciones actuales de navegación durante el día y se permita la nocturna, siempre y cuando los niveles del río lo permitan.
- Generación y difusión de Información permanente, mediante levantamientos batimétricos diarios del canal navegable.
- Valorar la dinámica de los sitios recurrentes que restringen la navegación.
- Crear una herramienta digital estándar, para apoyo a la navegación diurna y hacer posible la nocturna, aprovechando el desarrollo tecnológico en el sistema de posicionamiento satelital.
- Adiestramiento de pilotos de remolcadores.
- Montaje de la Central de ayuda al Sistema de Navegación Satelital en la oficina de CORMAGDALENA en Barrancabermeja.
- Diseñar un portal Web que permita a CORMAGDALENA prestar al público los servicios referentes a SNS a través de Internet.

ARQUITECTURA DEL PROYECTO DE NAVEGACION SATELITAL

En varios ríos del mundo se realiza navegación satelital. Existen normas internacionales para que en función de la disponibilidad de satélites, su ocultamiento debido a condiciones topográficas del área (montañas) y otras, garanticen la seguridad en la navegación, requiriéndose en casos del mejoramiento de la señal, mediante otros satélites o estaciones en tierra.

Los Módulos que componen el Sistema de Ayuda a la Navegación Satelital (SNS) en el río Magdalena son los siguientes:

- Levantamientos batimétricos diarios del eje del canal navegable, con transmisión de datos en casi tiempo real a la Estación Central. Generación de Planos en formato AutoCad, que pueden ser visualizados en página Web.
- Obtención de imágenes satelitales actuales Radarsat Modo Fino
- A partir de las imágenes satelitales, elaboración de cartas digitales Standard
- Ingreso diario de los levantamientos por el eje del canal navegable y visualización de la información en navegadores con GPS disponibles en cada embarcación.
- Servicios de Página Web. Estación Central en Barrancabermeja.

PLANEACION DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

Se han seleccionado cuatro tramos establecidos entre Puerto Berrío (K783) y Regidor (K454), con el fin de tener información suficiente y segura durante una semana de sondeo (subiendo – bajando). Los levantamientos batimétricos tienen como fin establecer la línea de máximas profundidades que constituyen el Canal Navegable y las condiciones para aproximación y maniobras frente a los muelles. Los tramos son los siguientes:

- Tramo I : Puerto Berrío (K783) – Barrancabermeja (K674)
- Tramo II : Barrancabermeja (K674) – San Pablo (K620)
- Tramo III : San Pablo (K620) – Gamarra (K497)
- Tramo IV : Gamarra (K497) – Regidor (K454)

Como complemento se realizaron levantamientos batimétricos de los siguientes muelles: Muelle Puerto Wilches (K638); Muelle Puerto Capulco (K503); Muelle ECOPEPETROL Barrancabermeja (K674); Muelle Infantería Barrancabermeja (K674); Muelle Puerto Berrío (K783) y Muelle Sociedad Portuaria Barrancabermeja (K674).

Desde el mes de noviembre de 2004 hasta el mes de julio de 2005, se realizaron 172 levantamientos batimétricos longitudinales en los cuatro tramos en consideración. Ver tabla 1.

Tabla 1. Batimetrías realizadas durante el Proyecto

Sector	Cantidad
TRAMO I: Sector: Puerto Berrío (K783) – Barrancabermeja (K674)	30
TRAMO II: Sector: Barrancabermeja (K674) – San Pablo (K620)	43
TRAMO III: Sector: San Pablo (K620) – Gamarra (K497)	44
TRAMO IV: Sector: Gamarra (K497) – Regidor (K454)	35
Muelle Puerto Wilches (K638):	5
Muelle Puerto Capulco (K503):	3
Muelle Ecopetrol – Barrancabermeja (K674)	1
Muelle Infantería – Barrancabermeja (K674) :	1
Muelle Puerto Berrío (K782):	5
Muelle Barrancabermeja (K674):	5

Los equipos utilizados en campo son los siguientes:

- Embarcación con motor fuera de borda 75 HP.
- Computador portátil, dotado con el software hidrográfico HYPACK MAX.
- Ecosonda digital de doble frecuencia marca Odom Hydrotrac, modelo DF3200 MKII.
- Sistema de posicionamiento global – GPS marca ASHTECH modelo SCA-12 y 12S.
- Planta eléctrica portátil marca MITSUBISHI modelo SGE1000M con salidas de 12 y 115 voltios.

TRANSMISION DE DATOS A LA ESTACION CENTRAL

Dentro de los objetivos generales del proyecto se encuentra el de minimizar el tiempo entre la toma de medidas en el campo y la puesta a disposición de la información a los usuarios. Para ello, es indispensable que los datos resultantes de los levantamientos batimétricos sean transmitidos lo más pronto posible a la Estación Central, donde son procesados, pero además se deben tener en cuenta los siguientes aspectos que sean económico, que tenga cobertura y capacidad de transmisión:

Bajo estas condiciones se analizaron tres alternativas de transmisión de datos a un Foro Web, teniendo en cuenta que los datos resultantes podían enviarse sin inconvenientes en forma de archivos de texto simples con formato de 3 columnas: Dos de ellas para indicar la posición geográfica del punto batimétrico (Coordenadas Norte y Este) y la tercera indicando la profundidad medida lo que se denomina en conjunto archivos con extensión .XYZ. Se seleccionó la tecnología GPRS para la transmisión de los datos, ya que ofrece la mejor relación costos-cobertura-capacidad entre las alternativas consideradas. A través del sistema GPRS de COMCEL, el Ingeniero de campo se conecta a la Web desde el lugar en el que se encuentre, y carga a un servidor Web la información batimétrica necesaria para ser procesada en la Estación Central. Una vez terminado el levantamiento batimétrico diario del sector en consideración, este es enviado al servidor Web de la Universidad del Norte, de donde posteriormente se descarga y se procesa la información batimétrica, que dos horas más tarde (casi en tiempo real), se presenta a los usuarios finales (plano con orillas e islas, localización en coordenadas WGS84 del canal navegable, niveles de agua, sectores críticos a la navegación, posición actual de remolcadores, y perfil de profundidades).

GENERACIÓN DE PLANOS EN FORMATO AUTOCAD

Como aún no se disponía de equipos en los remolcadores para realizar la navegación satelital prevista en el diseño, se planteó el suministro de planos a través de la página Web de la Universidad del Norte. Esta información fue de gran importancia para los navieros y diseñadores, porque permitió la verificación del sistema. La planimetría utilizada durante el proyecto fue un plano básico de la Universidad Nacional de Colombia del mes de Febrero del año 2004 entre las poblaciones de Puerto Berrío (K783) y Regidor (K454). Con este plano básico se determinaron los planos básicos de navegación en formato AutoCad, para los cuatro tramos definidos, detallando

orillas, islas, levantamiento batimétrico longitudinal por el canal navegable, poblaciones con su abscisado, niveles de agua de las estaciones limnimétricas del IDEAM, georeferenciación en coordenadas WGS84 del canal navegable, perfil longitudinal de fondo y de lámina de agua del tramo del canal navegable.

Estos planos pueden ser visualizados en formato .DWF en Página Web e impresos en planos físicos según necesidad de los usuarios, que por solicitud lo requieran. Ver figura 1.

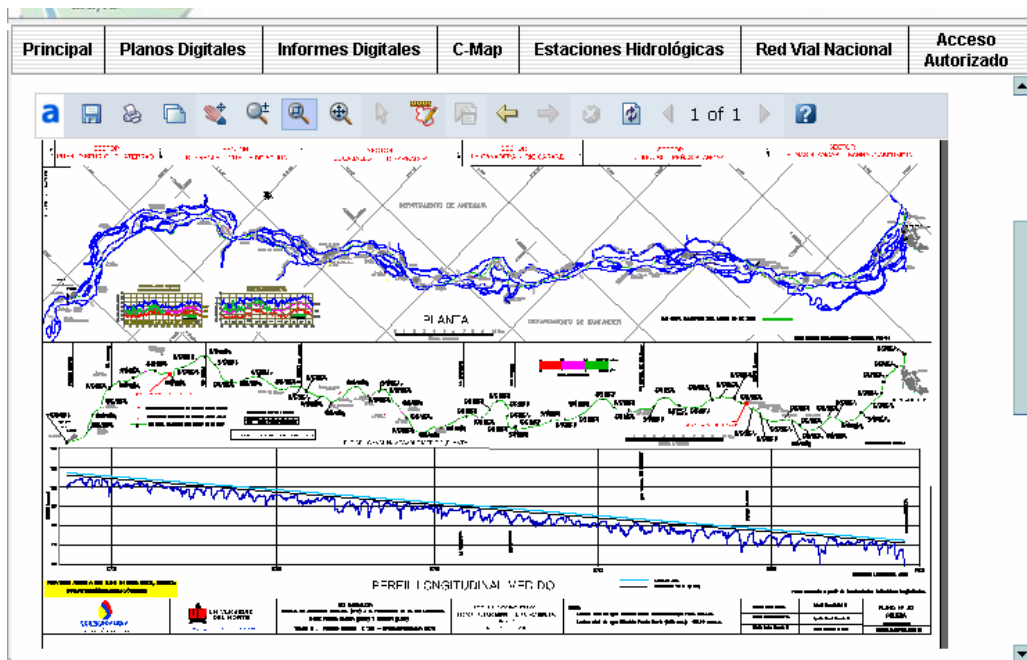


Figura 1. Presentación de Planos Navegables publicados en Página Web de Uninorte.

ELABORACION DE CARTAS DIGITALES ESTANDAR

Como requerimiento del contrato para la generación de cartas de navegación del río Magdalena, se estableció que el formato de cartas fuese digital estándar para que fuese posible su uso a través de navegadores comerciales. Ante este requerimiento, luego de una investigación, se optó por la empresa C-MAP de los Estados Unidos, mundialmente conocida por la generación de cartas digitales en un formato propietario conocido como C-MAP. Como prueba para la elaboración de cartas digitales standard, se envió a C-MAP una imagen satelital LANDSAT de 2002 (resolución 15 m) correspondiente al río Magdalena en Barranquilla. A partir de ella se elaboró la carta digital, la cual fue utilizada para pruebas en el remolcador “Alfonso Montilla” de la Naviera Fluvial Colombiana.

Para definir las cartas digitales standard para el proyecto y cumpliendo con los requisitos de C-MAP se analizaron las siguientes alternativas. Ver tabla 2.

Tabla 2. Alternativas Levantamiento de Orillas e Islas Puerto Berrío (K783) – Regidor(K454)

ALTERNATIVA	PRECIO US\$
Aerofotografías	46.500
Levantamiento Topográfico	26.000
Imágenes Satelitales de Alta Resolución (SPOT-5), 5 imágenes.	30.000
Imágenes Satelitales (RADAR SAT – Modo Fino), 9 imágenes.	54.000

A través del Convenio vigente entre ONF – CORMAGDALENA, la Universidad del Norte optó por contratar con IGN France International la adquisición programada de cinco (5) imágenes satelitales SPOT-5 de alta resolución. Como durante el período Enero – Agosto de 2005 no se

logró la obtención de imágenes de buena calidad por el alto porcentaje de nubosidad, en reunión conjunta con IGN Francia – CORMAGDALENA se acordó teniendo en cuenta las limitaciones de tiempo., la adquisición programada de cinco (5) imágenes RADAR – SAT modo fino de alta resolución, las cuales presentan una buena definición entre suelo - agua y como característica, las nubes no son interferencia para la visibilidad del terreno. Una vez se toma la imagen, debe ser sometida a georeferenciación y ortorectificación.

GENERACION DE CARTAS DIGITALES STANDARD EN C-MAP

Una vez se recibe en Barranquilla la imagen ortorectificada RADAR – SAT modo fino de IGN France International, es remitida a C-MAP en los Estados Unidos para elaborar la carta digital. C-MAP como propietario del formato procesa las imágenes y genera una carta de navegación oficial del río Magdalena en el tramo entre Puerto Berrío (K783) y Regidor (K454), la cual es enviada luego a Colombia en una C-Card que puede ser interpretada por equipos Navegador C-MAP.

DISEÑO DE SOFTWARE PARA VISUALIZACION DEL CANAL NAVEGABLE EN LAS CARTAS DIGITALES C-MAP

A partir de la carta digital C-MAP se requiere a diario reubicar el canal navegable. Al no existir tal aplicación fue necesario desarrollar un software que permita que la información de batimetrías, almacenada en los archivos .XYZ generados en campo, pueda ser entendida con aplicación PC Planner NT+ y posteriormente almacenada en C-Cards y por ende visualizar la ubicación del canal navegable en equipos navegadores. Como uno de los requisitos iniciales del proyecto, se había estipulado la utilización del formato estándar para la implementación del sistema de navegación con cartas digitales, fue necesario estudiar la arquitectura de un sistema completo de navegación basado en C-MAP, para poder luego establecer el lugar adecuado para introducir la nueva aplicación. Los resultados obtenidos durante el desarrollo de esta etapa del proyecto fueron:

- Determinación de la arquitectura de un sistema de navegación basado en C-MAP.
- Determinación del formato necesario para ingresar datos al software PCPlanner NT+.
- Desarrollo de una aplicación para automatizar el ingreso de datos al PC Planner NT+.

SITIOS RECURRENTES QUE RESTRINGEN LA NAVEGACION

Históricamente el tramo trenzado del río Magdalena entre Puerto Salgar (K940) y Regidor (K454), ha presentado restricciones a la navegación mayor por cambios en el alineamiento del canal y limitaciones en la profundidad.

La manera de identificar los tramos recurrentes durante el período noviembre 2004 – julio 2005 que restringen la navegación es con el montaje de los diferentes canales medidos. De esta información se concluye para el periodo de mediciones 2004 – julio de 2005. Se identificaron los sitios recurrentes que generan cambios en el canal navegable:

- **TRAMO I. SECTOR: PUERTO BERRÍO (K783) – BARRANCABERMEJA (K674)**
 - Vuelta de Acuña (K757), Corregimiento de Murillo (K768) y sector Batallón
 - Ingenieros Cajibío (K780)
- **TRAMO II. SECTOR: BARRANCABERMEJA (K674) – SAN PABLO (K620)**
 - Puerto Galán (K673) – K662 – Boca del río Sogamoso (K655).
- **TRAMO III. SECTOR: SAN PABLO (K620) – GAMARRA (K497)**
 - Brazo Paturia y Brazo Canaletal (K619 – K580)
 - Sector Crítico Brazo Paturia (K585 – K615)
- **TRAMO IV. SECTOR: GAMARRA (K497) – REGIDOR (K454)**
 - Vereda La Carolina (K475) – Boca Simaña (K465)

SELECCIÓN DEL TRAMO PARA EL ESTUDIO PILOTO DE CIERRE DE BRAZOS

Como complemento al proyecto de navegación satelital desarrollado, CORMAGDALENA está interesada en realizar un Proyecto Piloto entre Puerto Berrío (K783) y Barrancabermeja (K674), con el objeto de definir el cierre óptimo de brazos entre islas, para lograr un canal navegable estable, sin perjuicio de la infraestructura existente en el sector, para lo cual se debe contar con el apoyo de un modelo matemático morfológico de última generación y en estudios socio-económicos y ambientales complementarios, que le permitan posteriormente a la Corporación, abrir la licitación para la construcción de las obras. Ver figura 2.

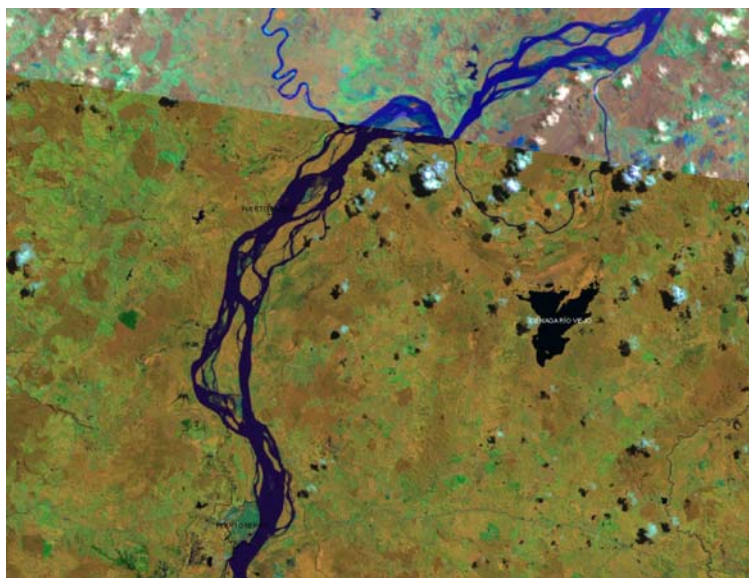


Figura 2. Tramo de Estudio. Puerto Berrío (K783) - Vuelta de Acuña (K757)

La selección del tramo a estudiar como proyecto piloto de estudio y diseño, debe partir del conocimiento de las condiciones hidráulicas y sedimentológicas de una estación del IDEAM y la ubicación de secciones de control estables aguas arriba y aguas abajo, para permitir la aplicación del modelo matemático de manera confiable. Teniendo en cuenta estas condiciones, se seleccionó para el proyecto piloto el tramo del río entre el puente sobre el río Magdalena en Puerto Berrío (K783) y el estrechamiento que se presenta aguas abajo del río Regla en la llamada Vuelta de Acuña (K757), con orilla derecha en el departamento de Santander (municipio de Cimitarra) e izquierda en el departamento de Antioquia (municipio de Puerto Berrío), tramo en el cual se encuentran tres sectores con recurrentes problemas a la navegación: frente a la desembocadura del río Regla, frente al corregimiento de Murillo y frente al Batallón de Ingenieros Cajibío. En este sector, existe la estación de niveles del IDEAM en Puerto Berrío (K783) con registros de niveles y aforos líquidos y sólidos desde 1974 y posee un punto de la red de nivelación del IGAC, al cual se pueden referir todas las mediciones de campo y los diseños de las estructuras propuestas.

MONTAJE Y SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA SNS EN EL TRAMO TRENZADO

Para mejorar el funcionamiento del sistema está pendiente que CORMAGDALENA realice a través de los convenios firmados, las siguientes actividades:

- IDEAM. Montaje estaciones de niveles automáticos del río en Puerto Salgar (K940), Puerto Boyacá (K863), Barrancabermeja (K674), San Pablo (K620), Capulco (K503) y Regidor (K454).
- IGAC. Análisis de confiabilidad de la red de nivelación nacional con respecto a las siguientes estaciones de la red de niveles de agua del IDEAM en Puerto Salgar (K940), Puerto Boyacá (K863), Puerto Berrío (K783), La Ganadera (K729), San Pablo (K620), Puerto Wilches (K638), Capulco (K503), La Gloria (K460) y Regidor (K454).

- AERONAUTICA CIVIL. Análisis de confiabilidad de la señal satelital y definir la ubicación, características y costos de las estaciones que se requieran para su mejoramiento.

LEVANTAMIENTOS BATIMÉTRICOS

Cubrir Puerto Salgar (K940) – Regidor (K454), para definir la ubicación del canal navegable dividido en los siguientes tramos:

- Tramo I: Puerto Salgar (K940) – Puerto Boyacá (K863)
- Tramo II: Puerto Boyacá (K863) – Puerto Berrío (K783)
- Tramo III: Puerto Berrío (K783) – Barrancabermeja (K674)
- Tramo IV: Barrancabermeja (K674) – San Pablo (K620)
- Tramo V: San Pablo (K620) – Capulco (K503)
- Tramo VI: Capulco (K503) – Regidor (K454)

Adicionalmente considerar los levantamientos batimétricos cada dos meses de los canales de aproximación y muelles de Puerto Salgar (K940), Puerto Berrío (K783), Barrancabermeja (K674), Puerto Wilches (K638), Capulco (K503) y Gamarra (K497). El costo de esta actividad se estima en \$500 millones por año.

MONTAJE ESTACION CENTRAL EN BARRANCABERMEJA

Para el montaje de la Estación Central se requiere la capacitación de personal y el montaje de los siguientes equipos:

- Computador (Workstation): Necesario tanto para la recolección y almacenamiento de datos desde la ecosonda como para la transmisión de los mismos vía GPRS
- Modem GPRS Digitalcom: Necesario para acceder a los servicios de datos prestados por COMCEL a través de su red GPRS y así enviar los resultados de las batimetrías.
- Plotter HP DesingJet: Necesario para la impresión de planos procesados en AUTOCAD. Costo: USD 6.500.
- Licencia de AUTOCAD: Software necesario para el procesamiento de planos.
- UPS 2KDA: Equipo necesario para salvaguardar la alimentación de energía del Workstation en caso de algún fallo de energía.
- Licencia de MS Office Pro: Necesario para el procesamiento de datos a través de hojas de cálculo.

Los costos relacionados con el montaje de la Estación Central, se describen en la tabla 3.

Tabla 3. Costos Montaje de Estación Central

Equipo	Cantidad	Especificación	Valor (USD)
Plotter HP DesinJet-500	1	Equipo de impresión	6.500
Computador Workstation	1	Equipo para la generación de planos digitales	3.000
Licencia de Autocad	1	Software para la generación de planos	1.200
MODEM GPRS Digitalcom	1	Equipos para la transmisión de datos	300
UPS 2KDA	1	Equipo de seguridad	900
Licencia de MsOffice Pro		Software para la gestión de datos	75
Internet		Red de comunicación	
Total.....			11.975

MONTAJE DE EQUIPOS EN REMOLCADORES

En cada uno de los remolcadores se requiere la capacitación de personal y el montaje de los siguientes equipos:

- Modem GPRS Digitalcom: Necesario para acceder a los servicios de datos prestados por COMCEL a través de su red GPRS y así RECIBIR los resultados de las batimetrías.
- Navegador Chart Plotter: Necesario para visualizar los mapas digitales en formato C-MAP.
- C-Cards Reader: Necesario para escribir datos de puntos y rutas en las User C-Cards.
- User C-Cards: Memorias digitales de lectura-escritura compatibles con los Chart Plotters, que permiten al usuario definir y almacenar sus propios puntos de referencia y rutas de navegación.
- Equipo portátil: Necesario para la instalación del software que permite grabar información en las C-Cards.

Los costos relacionados con los equipos a instalar en los remolcadores, se describen a continuación:

Tabla 4. Costos Instalación de Equipos en Remolcadores

Equipo	Cantidad	Especificación	Valor (USD)
Modem GPRS Digitalcom	1	Equipo para transmisión de datos	300
Navegador Cahrtplotter C - MAP	1	Equipo para la visualización de cartas digitales	1.600
USB 2 – Card reader	1	Programador de tarjetas de navegación	160
User Card	2	Tarjetas de navegación	250
Portátil Pentium 266 GHz, 512 M DDR, 40 Gbytes	1	Equipo para la gestión de dispositivos	1.757
TOTAL			4.067

Sobre este tema se debe mantener permanentemente información sobre la disponibilidad de nuevos equipos, debido al rápido desarrollo de la tecnología.

CAPACITACION DE PERSONAL

Se hace indispensable la capacitación del personal que va a operar la Estación Central y de los que van a operar los equipos de navegación en los remolcadores. Esta tarea deberá intensificarse durante la II Etapa del proyecto prevista entre 2005 y 2006.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de la realización de este proyecto piloto SNS, se presentan las siguientes conclusiones:

- Ha sido probado con éxito el Sistema – SNS, lo que permite a CORMAGDALENA su montaje en busca de reducir los tiempos de viaje entre el interior del país y los puertos de Cartagena y Barranquilla, para que con esto se logró además la reducción de los costos en el transporte de carga y que la industria localizada en el interior del país sea competitiva a nivel internacional.
- Con base en lo anterior es muy importante que como política nacional se incentive el uso del río Magdalena, pero que además se logren alianzas entre los transportadores fluviales, del ferrocarril y carreteras a partir de los nodos en Capulco (K503), Barrancabermeja (K674) y Puerto Berrio (K 783).
- Para la sostenibilidad del Sistema SNS, en la zona trezada del río entre Puerto Salgar (K940)

y Regidor (K454), se tomaron los siguientes costos:

- Levantamientos batimétricos por el eje del canal navegable durante un año. US\$220.000.
 - Montaje de Equipos Estación Central. US\$12.000
 - Montaje de Equipos en cada remolcador. US\$4.000
- La tecnología GPRS de COMCEL presenta una adecuada relación costo beneficio para aplicaciones que requieran una amplia cobertura y un tráfico de datos relativamente bajo.
 - Es posible automatizar el proceso de carga de los datos de batimetría a las tarjetas User C-Card para su visualización en un Chart Plotter.
 - La cartografía C-MAP cumple con los requerimientos de estandarización y confiabilidad.
 - Se cuenta con dos alternativas para hacer llegar los datos de batimetría a los pilotos de embarcaciones: cartas impresas a partir de los mapas en formato AutoCad publicados en la web y cartas digitales en formato C-MAP, almacenadas en C-Cards para ser utilizadas con navegadores compatibles y equipados con GPS. Una tercera opción vislumbrada son las cartas digitales en un formato diferente al C-MAP.

En la continuación de la segunda fase del proyecto de Asistencia a la Navegación Satelital – SNS, se hacen las siguientes recomendaciones con el objeto de mejorar la efectividad del sistema en las actividades de campo:

- Intensificar los sondeos en los sectores más críticos, en función de la evolución lateral del cauce y por cambios en el perfil longitudinal del lecho.
- Mantener comunicación permanente con las empresas navieras, a fin de determinar la zona con mayor tránsito de embarcaciones y dar prioridad de monitoreo a los tramos que presenten problemas de navegación.
- En la transmisión de datos por el sistema de GPRS, gestionar a través de CORMAGDALENA ante COMCEL, el mejoramiento de la señal de GPRS en la región San Pablo, puesto que la cobertura es muy baja en la zona (menor a 40%) e intermitente, y el sistema de tarjeta requiere coberturas estables mayor al 75%.
- Que se puede implementar el montaje de estaciones de niveles automáticas por parte del IDEAM referidas a la nueva red de nivelación del IGAC y contar con el análisis de confiabilidad de la señal satelital por parte de la Aeronáutica Civil.